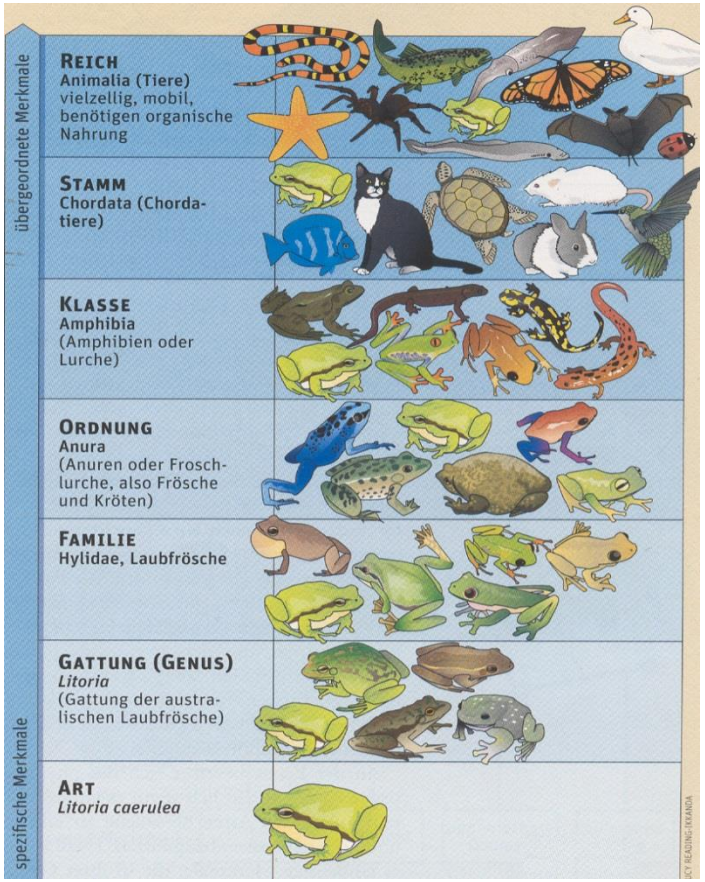
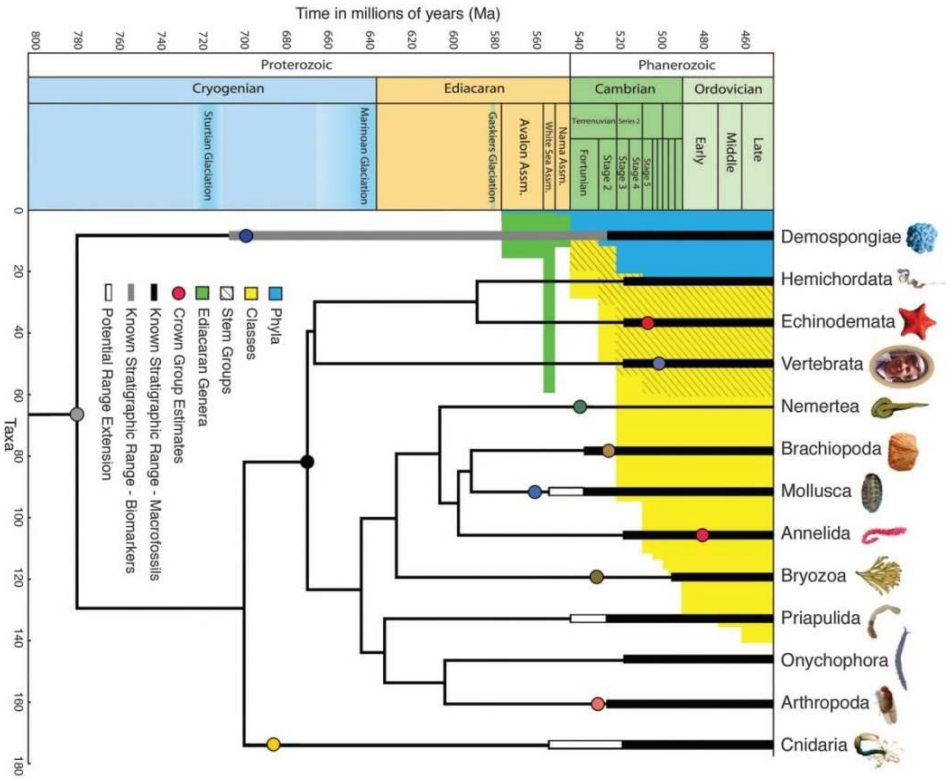
Systematische Zoologie
– oder Zoologische Systematik



- **eine Einführung ins Reich der Tiere**



Matthias Glaubrecht

CeNak
Centrum für Naturkunde

Systematische Zoologie

- **Die Vorlesung – *Was werden Sie hören ?***

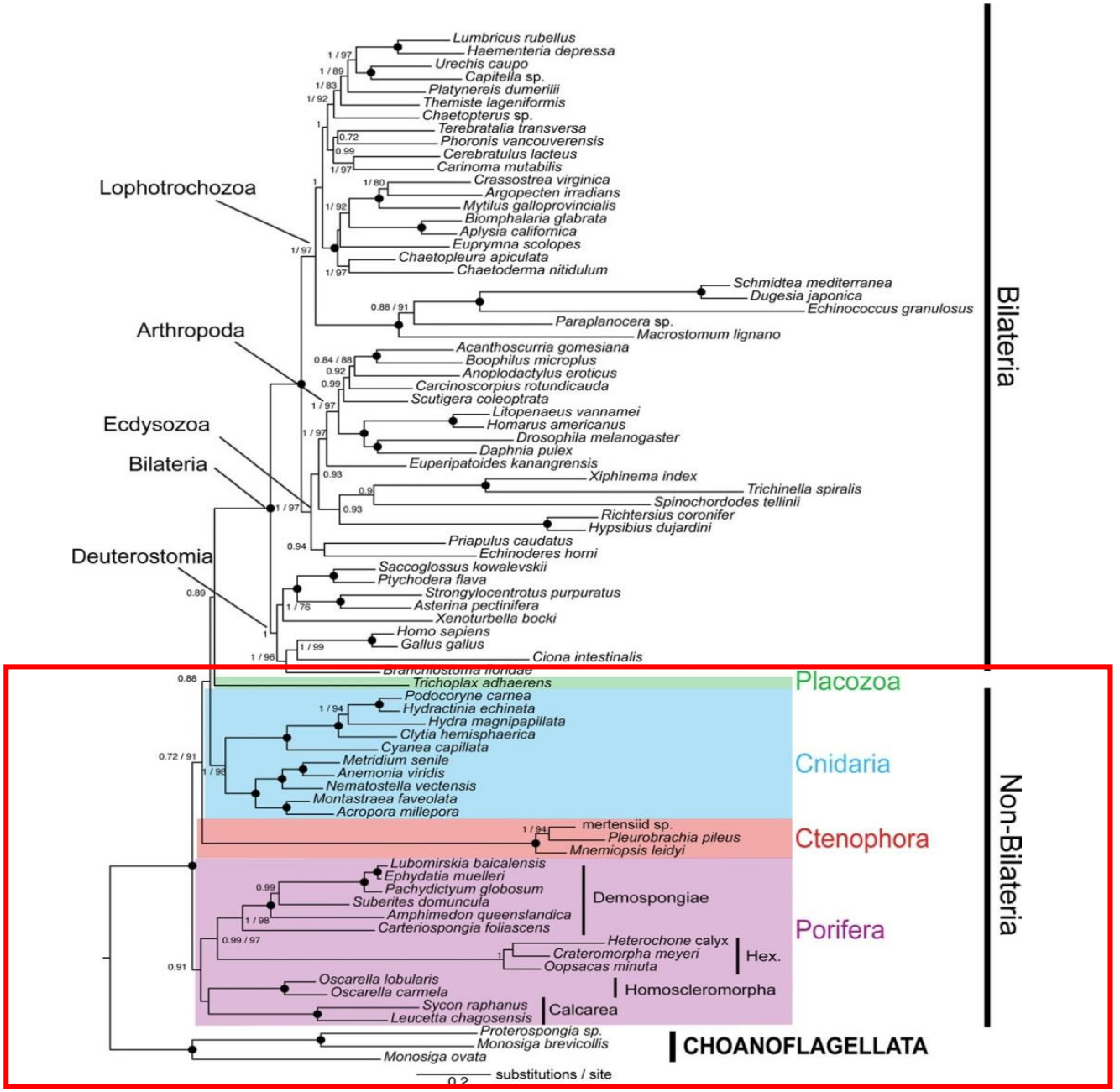
Biodiversität der Tiere 9:45-11:15 Großer Hörsaal
61-011 Systematische Zoologie

Termin	KW	Datum	Thema	
1	14	2. Apr.	Einführung Zool. Systematik, Protista	
2	15	9. Apr.	Einführung, Metazoa	
3	16	16. Apr.	Metazoa, Bilateria	Protostomia
4	17	23. Apr.	Platyzoa - Mollusca	
5	18	30. Apr.	Annelida - Nematoda	
6	19	7. Mai.	Ecdysozoa: Chelicerata	
7	20	14. Mai.	Crustacea	
		Christi Himmelfahrt 21. Mai		
8	22	28. Mai.	Myriapoda - Insecta	
		Pfingstunterbrechung 4. Juni		
9	24	11. Jun.	Deuterostomia, Echinodermata	Deuterostomia
10	25	18. Jun.	Acrania, Pisces - Amphibia	
11	26	26. Jul.	Reptilia - Aves	
12	27	02. Jul 20	Mammalia	
	30	24. Jul 20	Haupttermin (Freitag)	
	40	02. Okt 20	Wiederholungstermin (Freitag)	

Die verwirrende Vielfalt der Namen

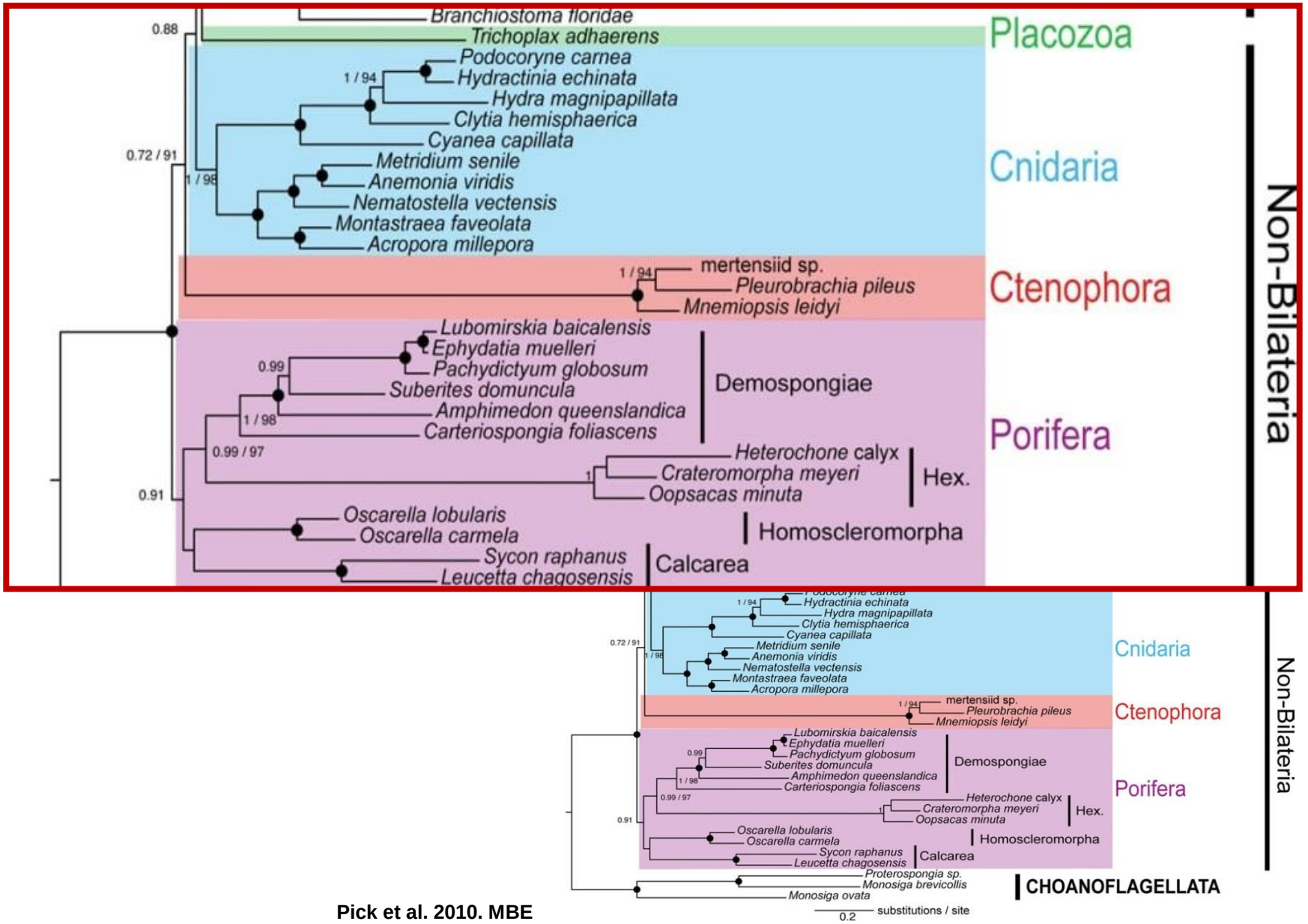
Der Stammbaum tierischen Lebens - Vielzeller

- **Metazoa**



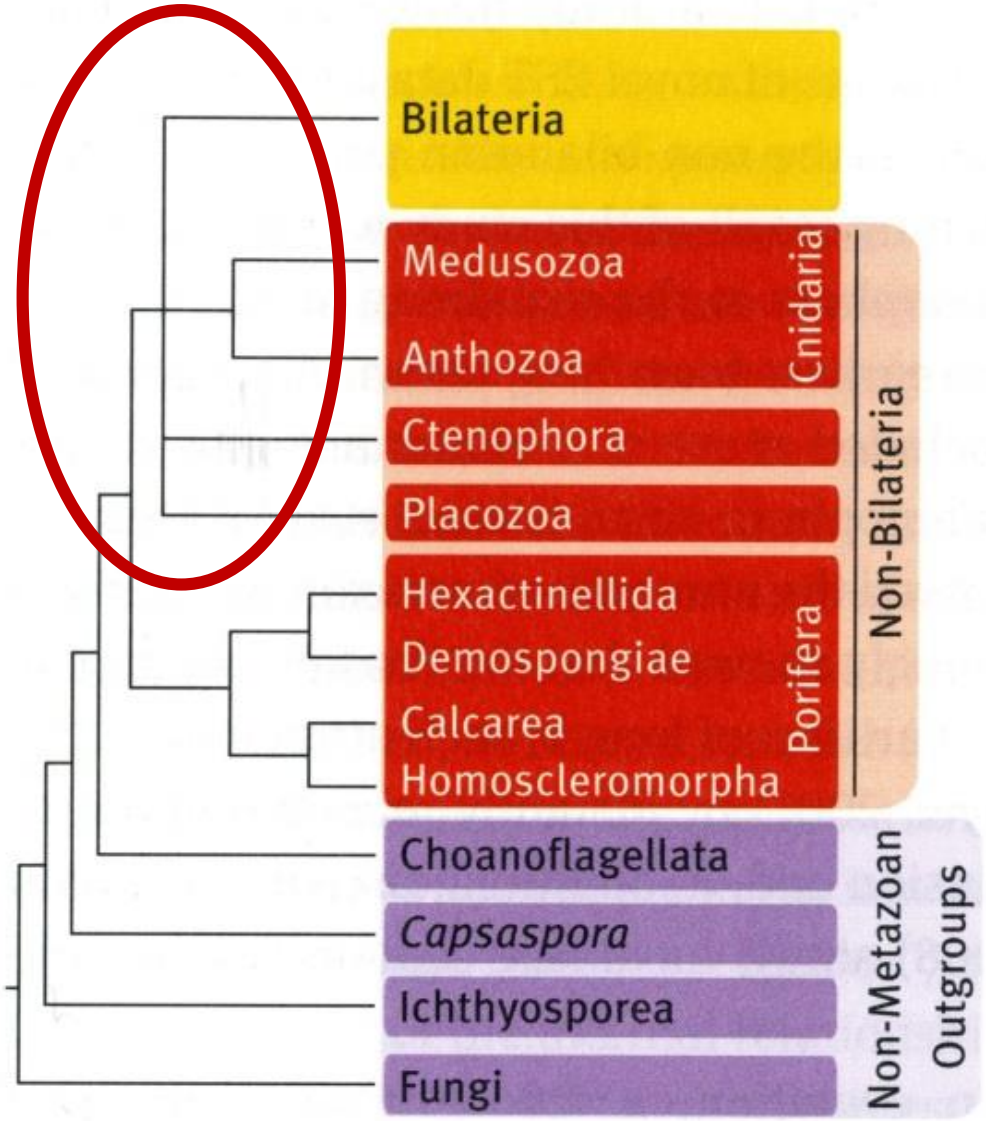
Ryan, J.F. et al. 2013. Science

Ein (!) Stammbaum der Metazoa – „Non-Bilateria"

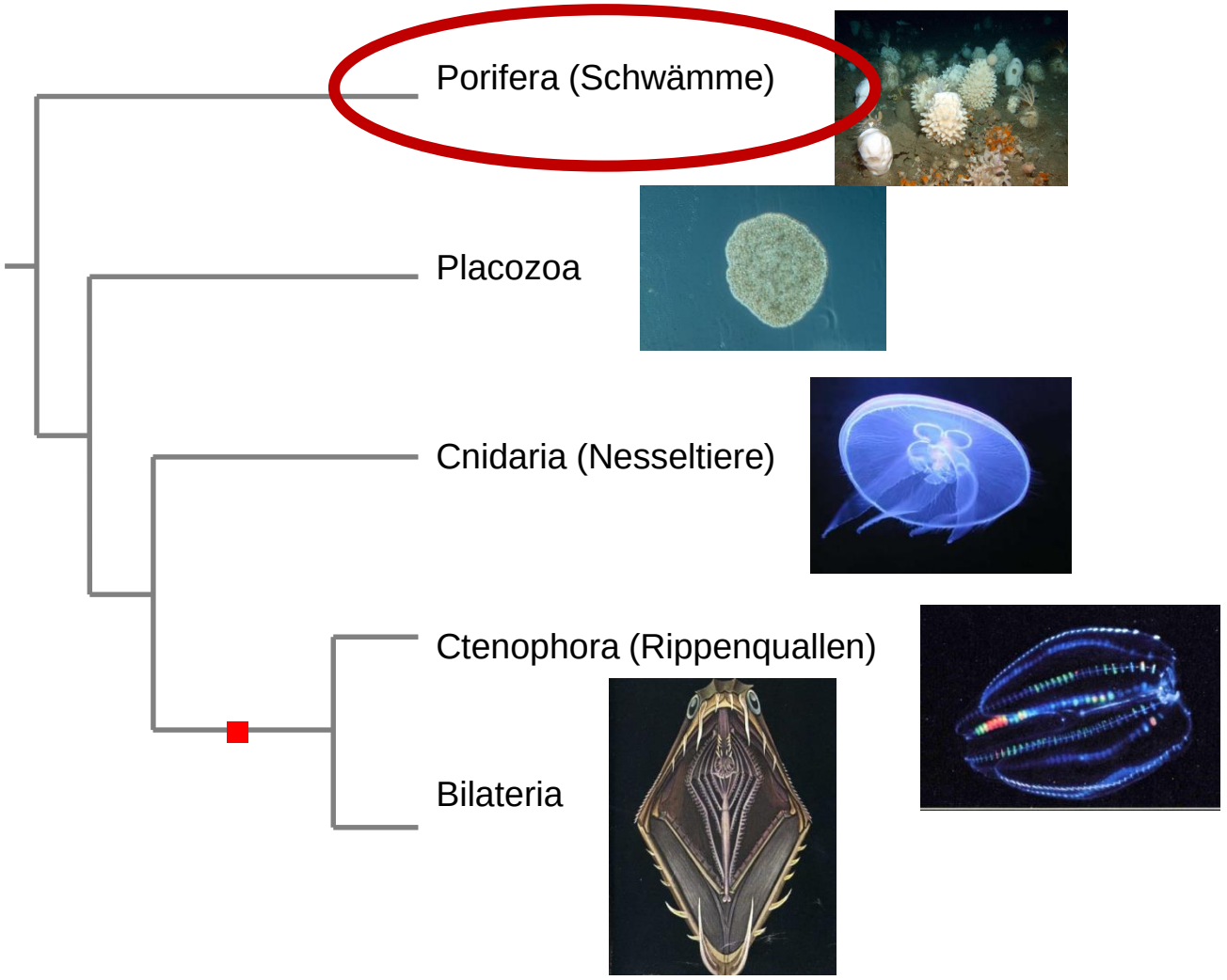


Pick et al. 2010. MBE

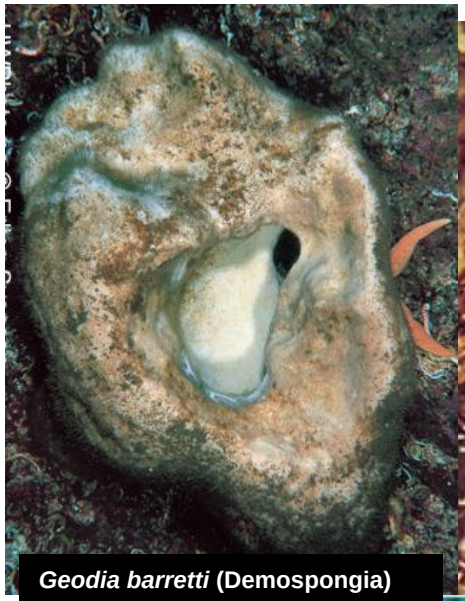
Und noch ein Stammbaum der Metazoa



Das System der Metazoa - zur Stellung der basalen Gruppen



Porifera - Schwämme



Geodia barretti (Demospongia)

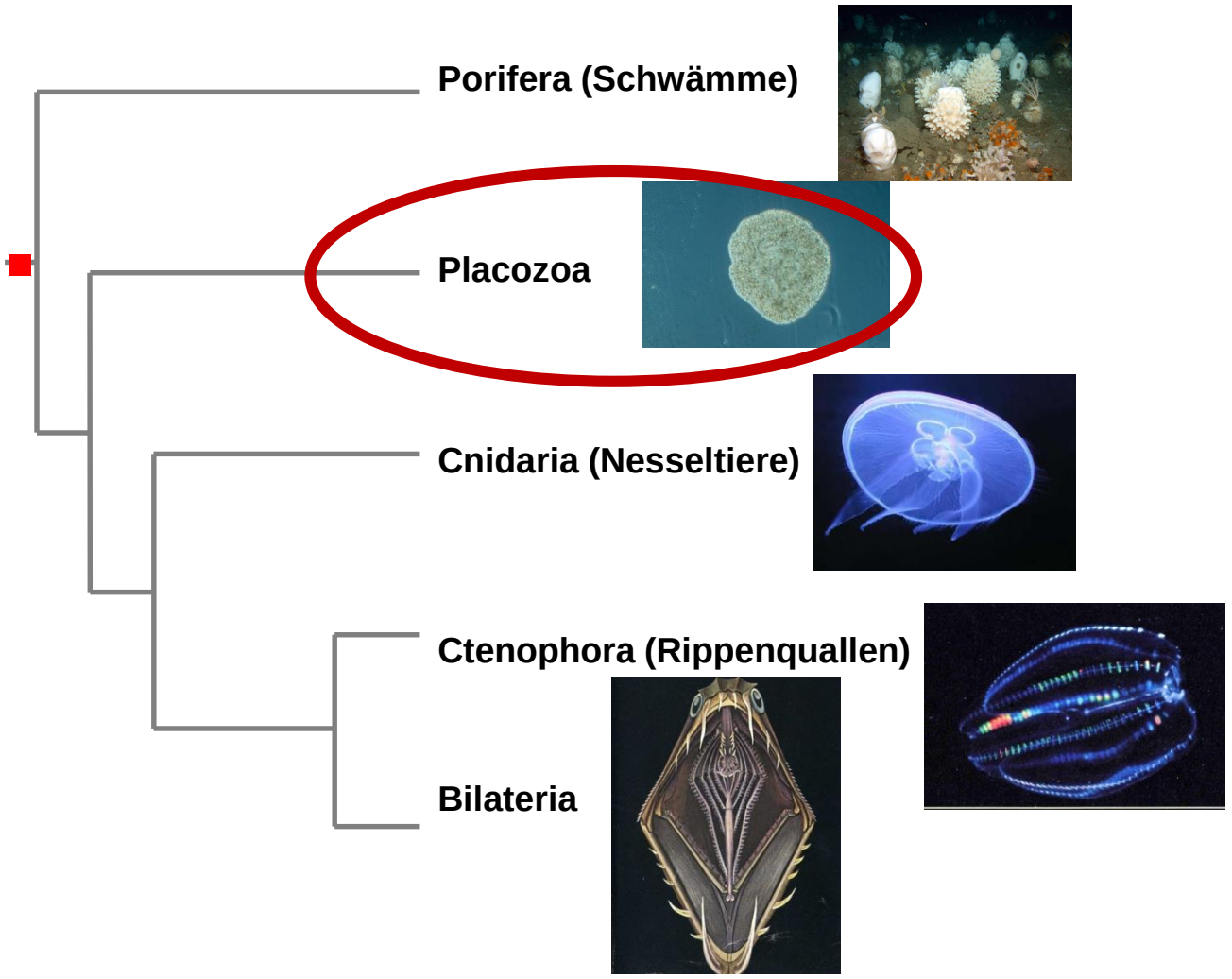
Hippospongia sp. (Demospongia)

Spongilla fluviatilis (Demospongia)

Verongia sp. (Demospongia)

Spongia officinalis (Demospngia)

Das System der Metazoa - zur Stellung der basalen Gruppen



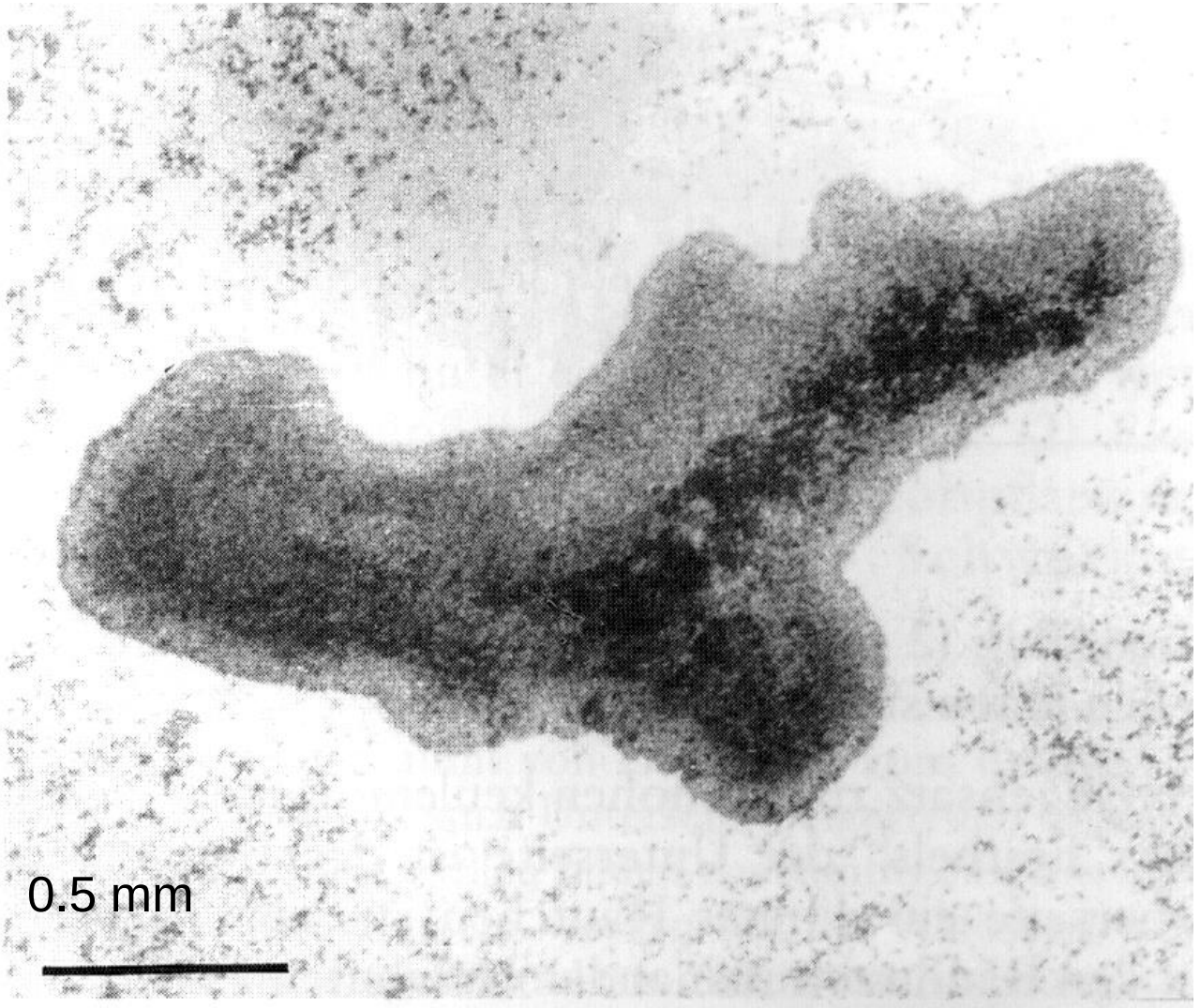
Stammbaum der Metazoa

- **Stellung der Placozoa**

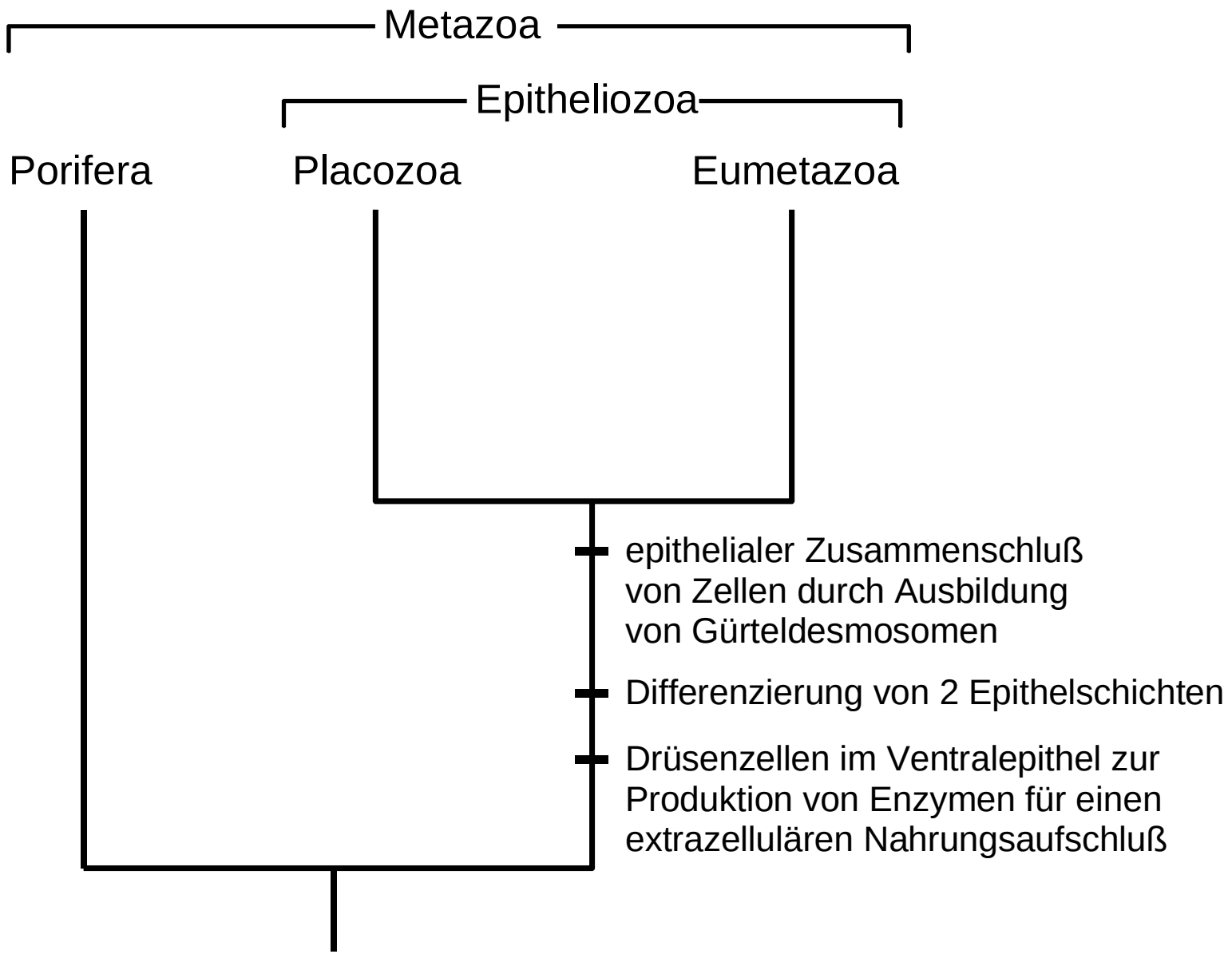
Dunn, C.W. et al. 2014. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.

Placozoa

- ***Trichoplax adhaerens***

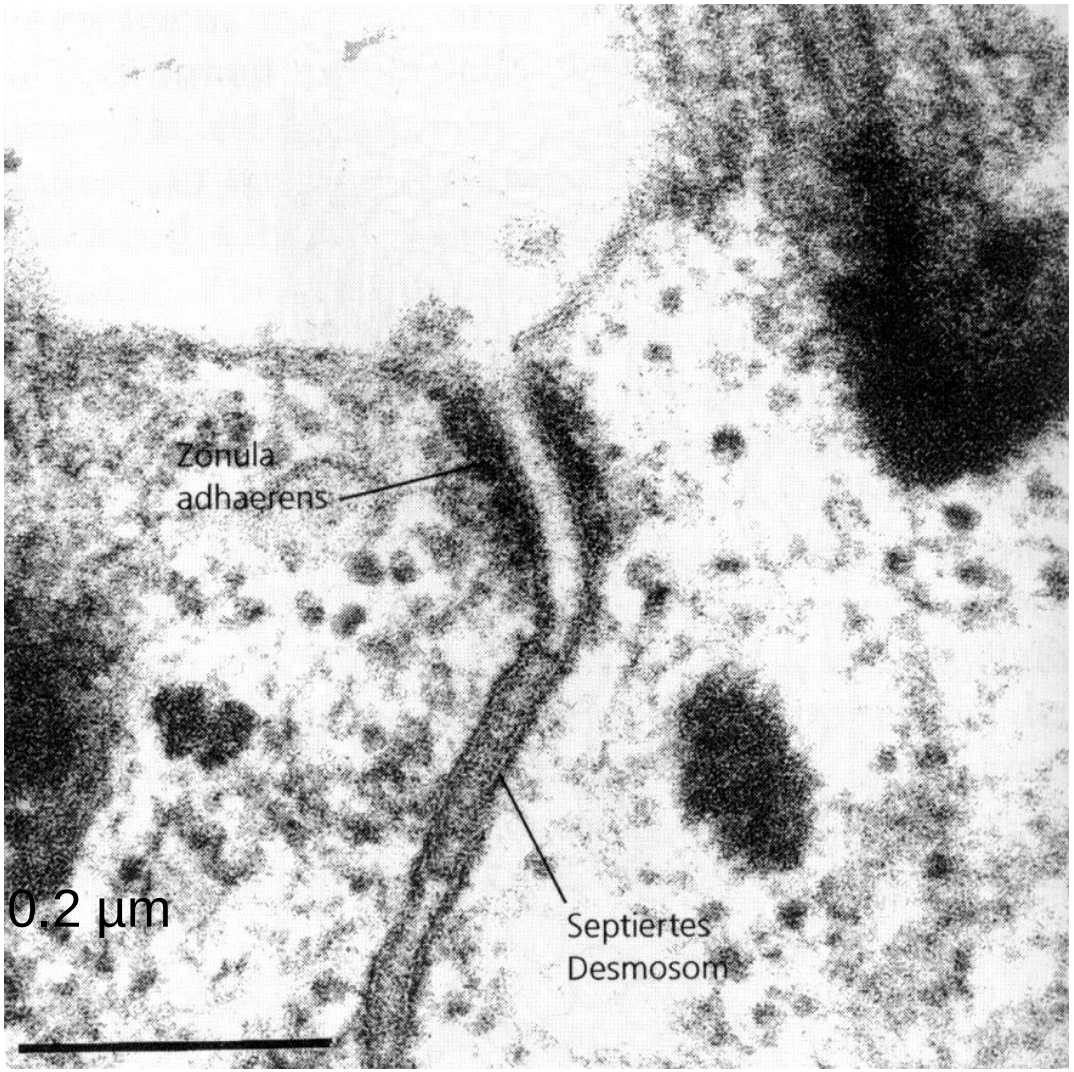


Metazoa - … und die Epitheliozoa

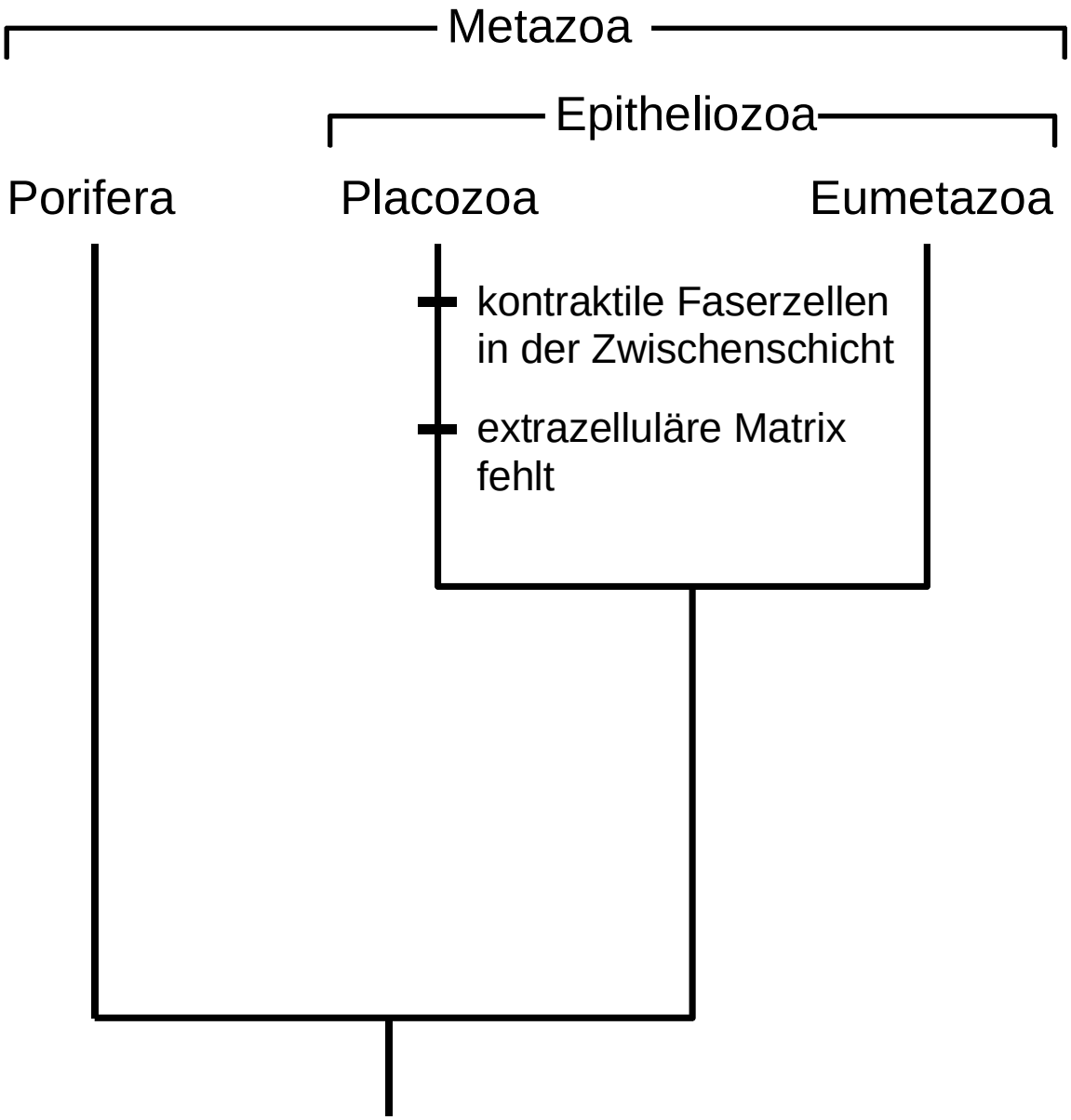


Metazoa - … und die Epitheliozoa

- **epithelialer Zusammenschluß -** Gürteldesmosom (Zonula adhaerens)



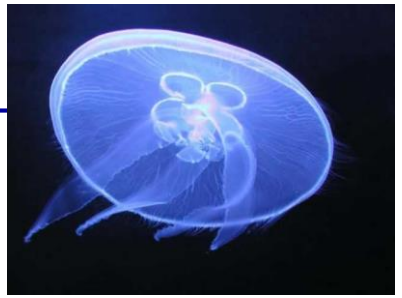
Metazoa - … und die Epitheliozoa



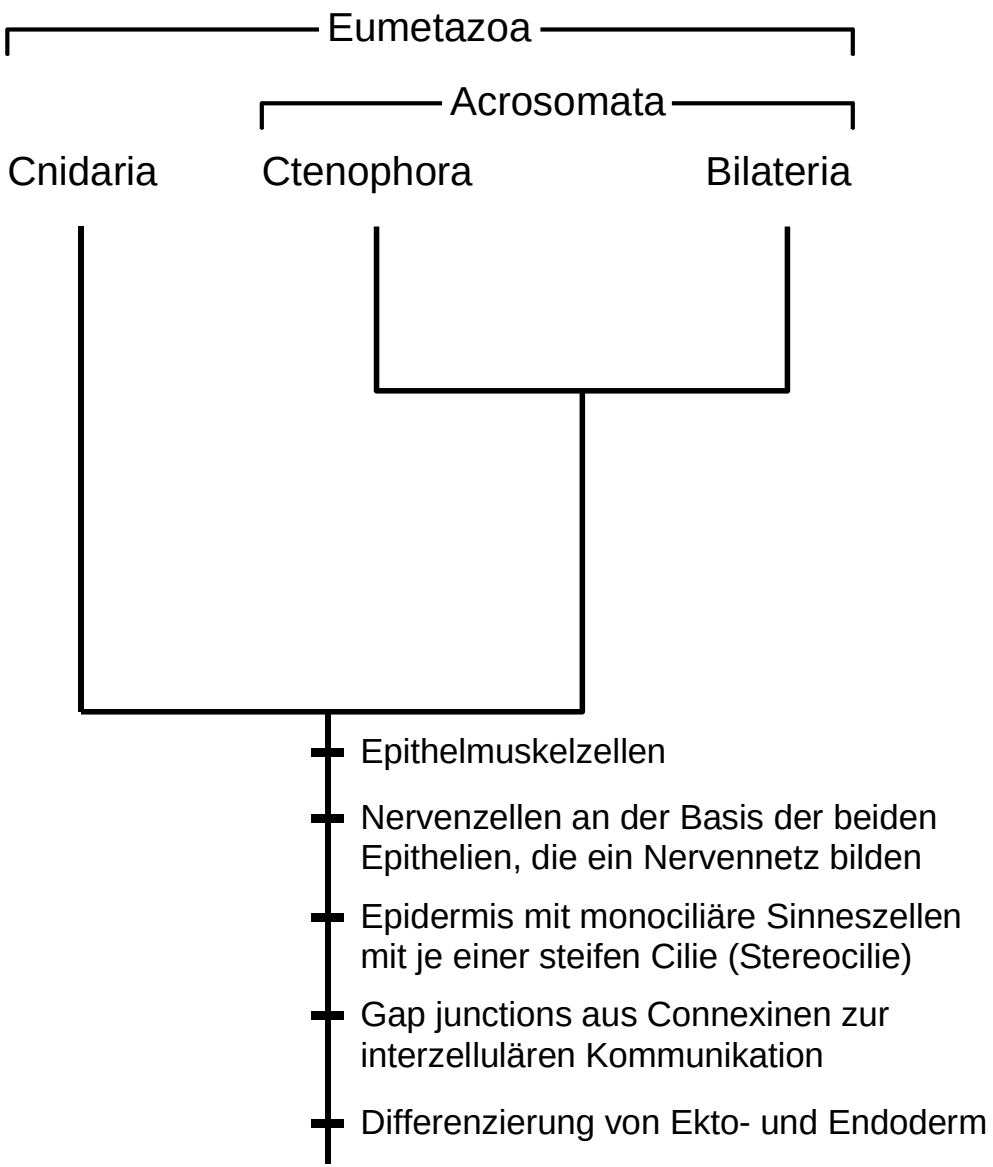
Eumetazoa & Cnidaria

Im Pazifik: Bora-Bora

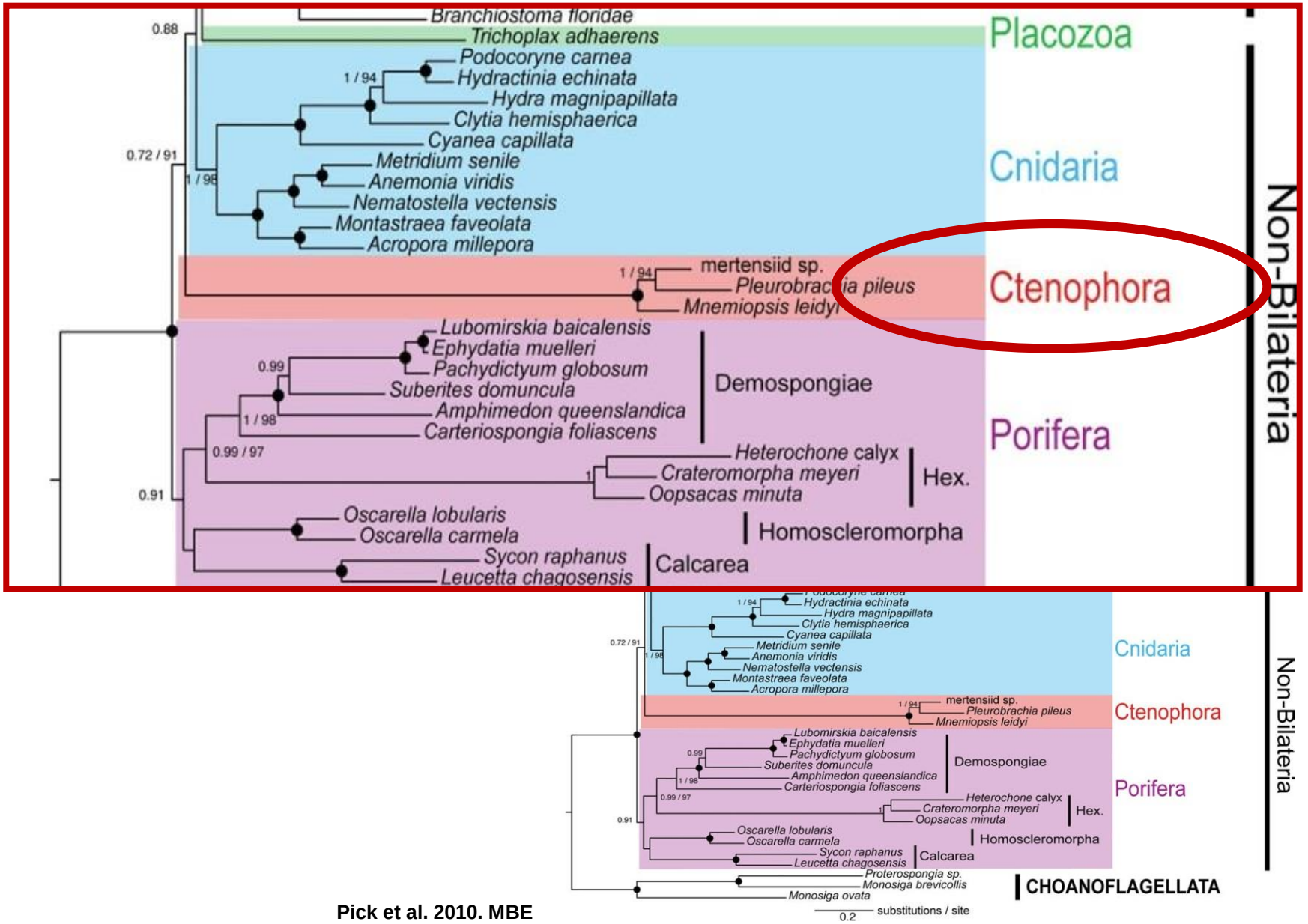
Cnidaria



- **Eumetazoa**



Ein (!) Stammbaum der Metazoa



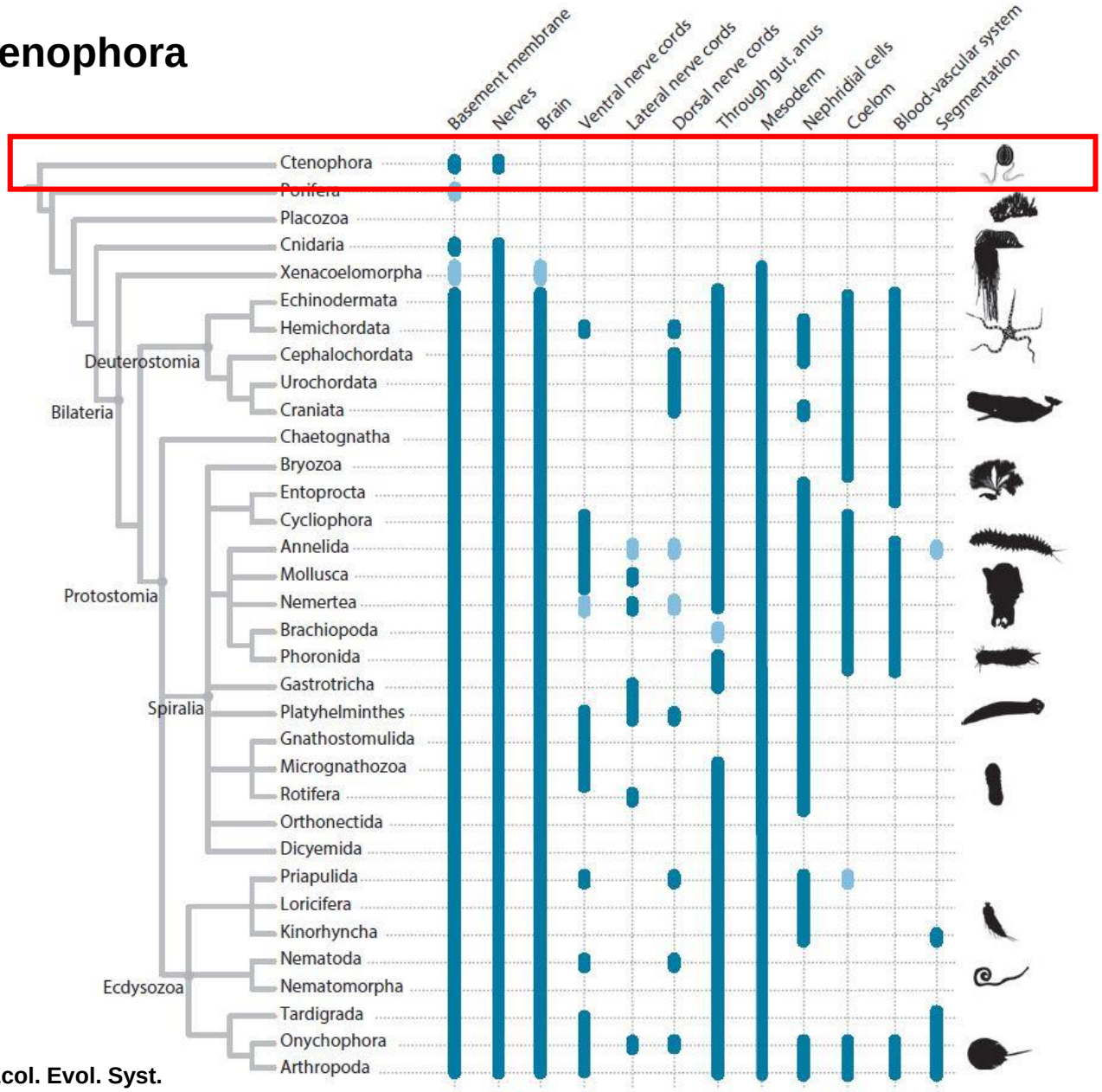
Pick et al. 2010. MBE

Ctenophora – Rippenquallen als Rätseltiere der Systematik

Mnemiopsis leidyi

Zum Stammbaum der Metazoa

- **Stellung der Ctenophora**

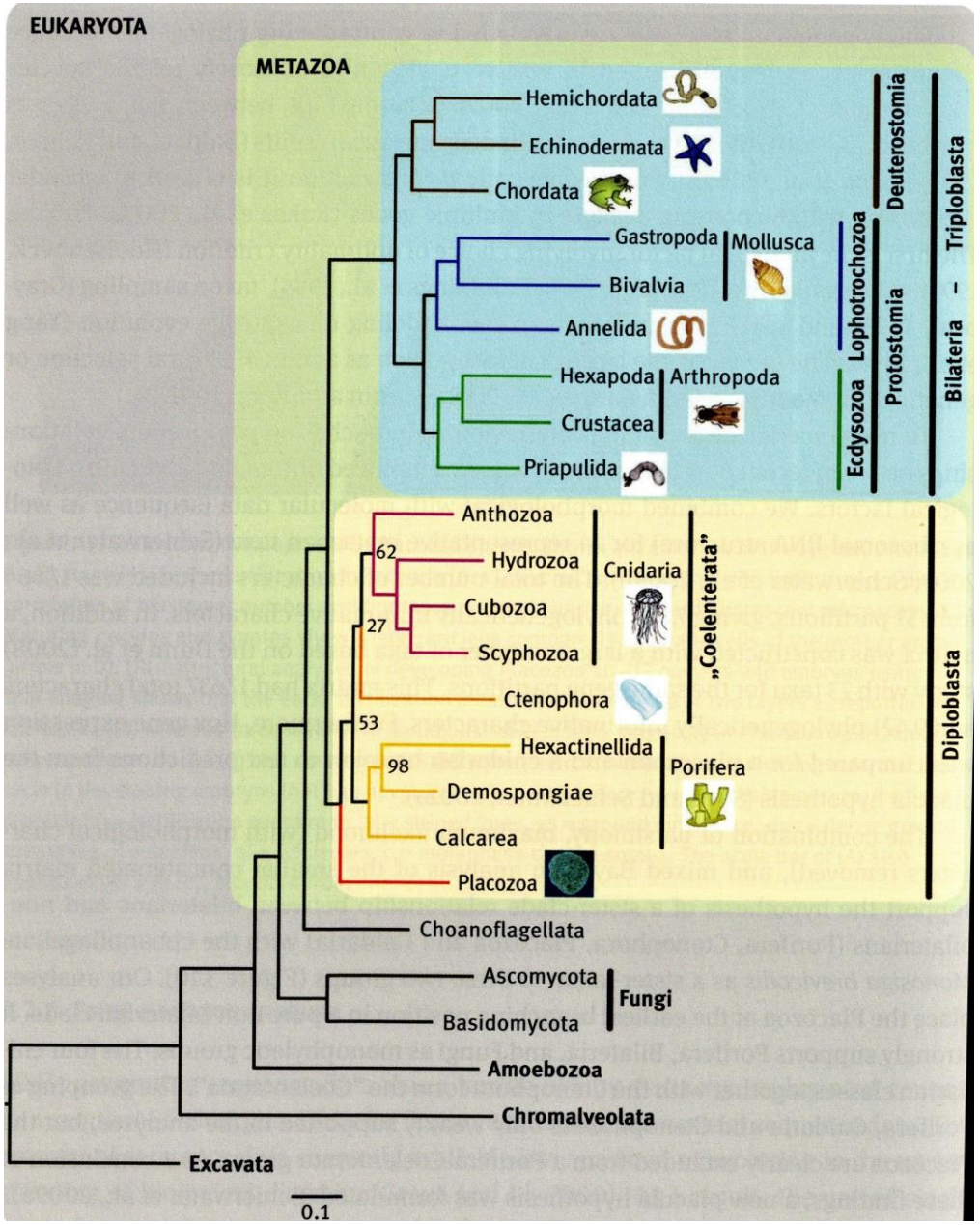


Dunn, C.W. et al. 2014. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.

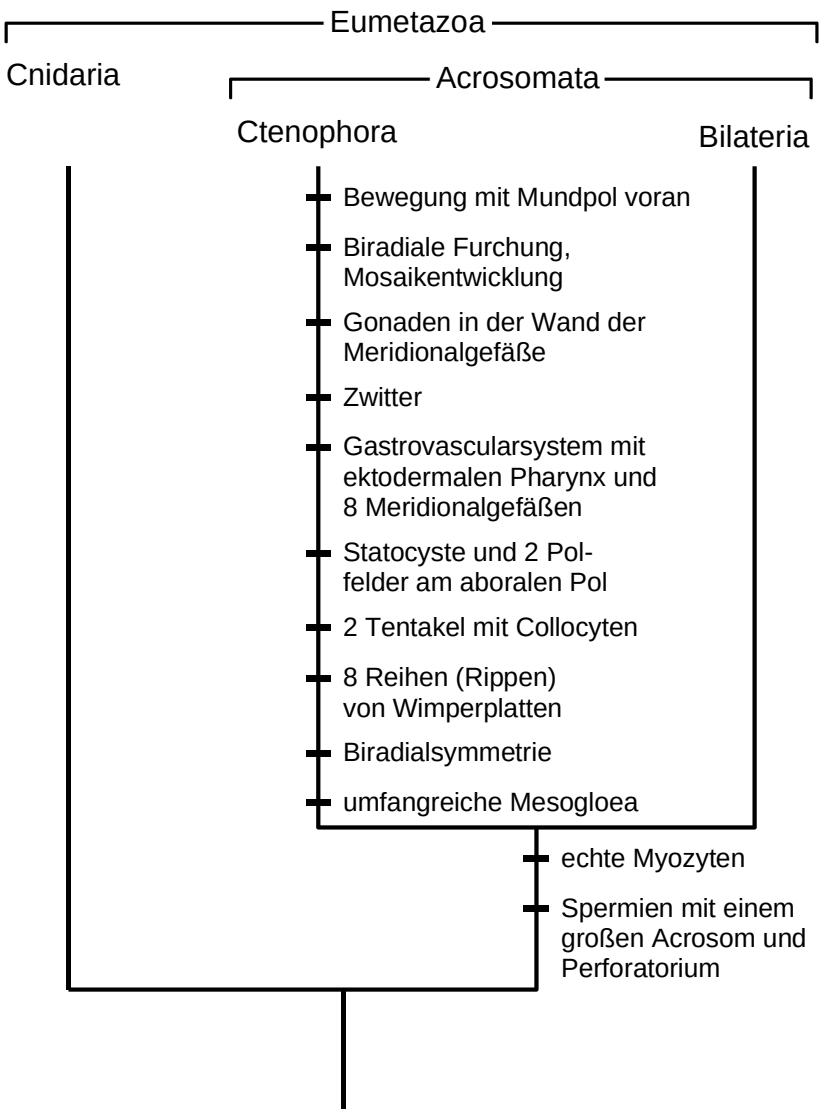
„Coelenterata" – Hypothese

- Ctenophora

  + Cnidaria

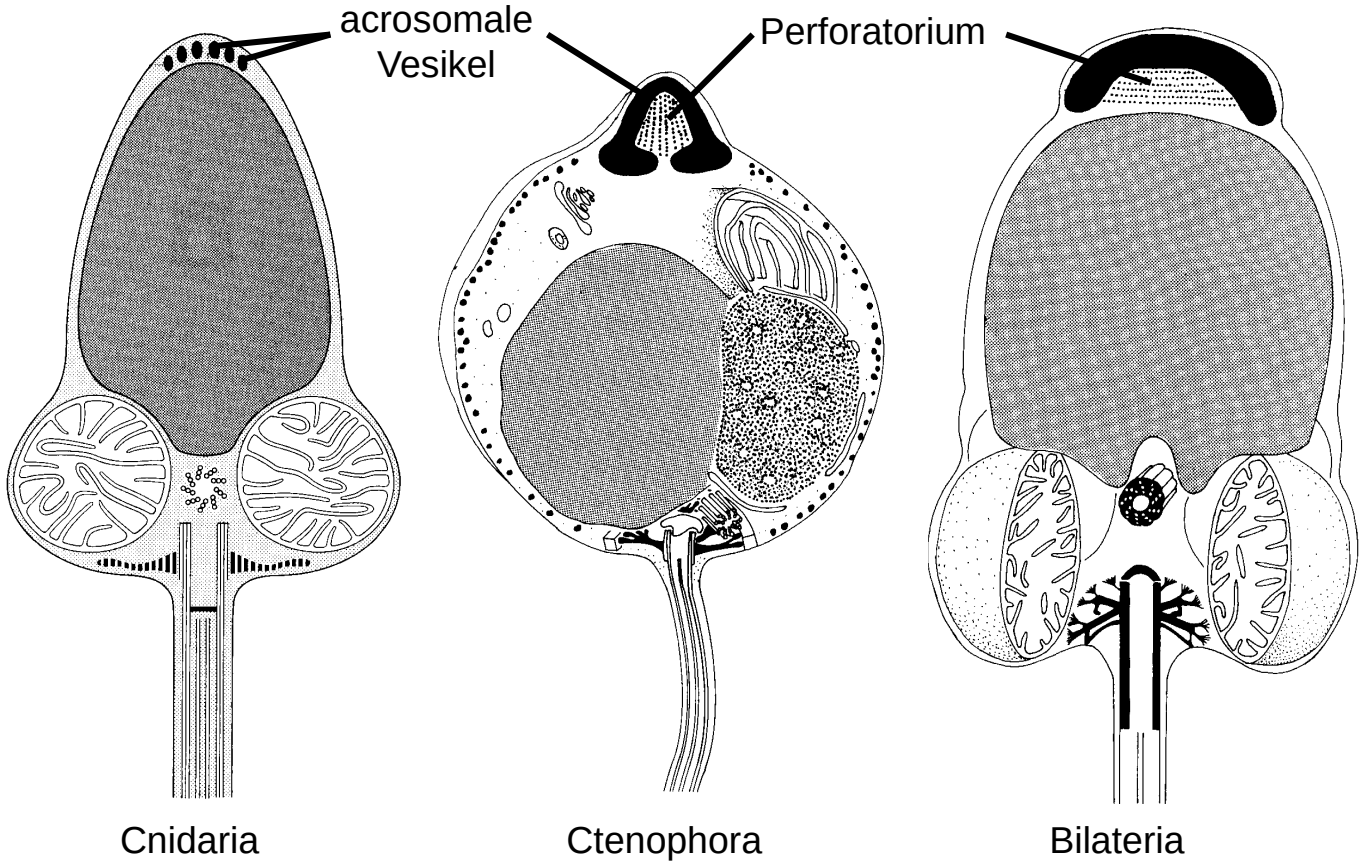


Acrosomata–Hypothese vs. „Coelenterata"

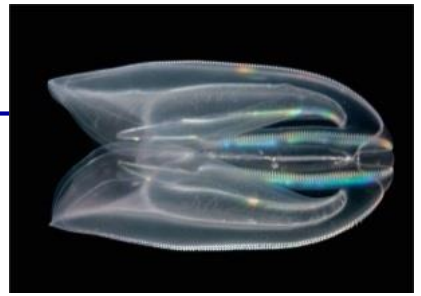


Acrosomata–Hypothese

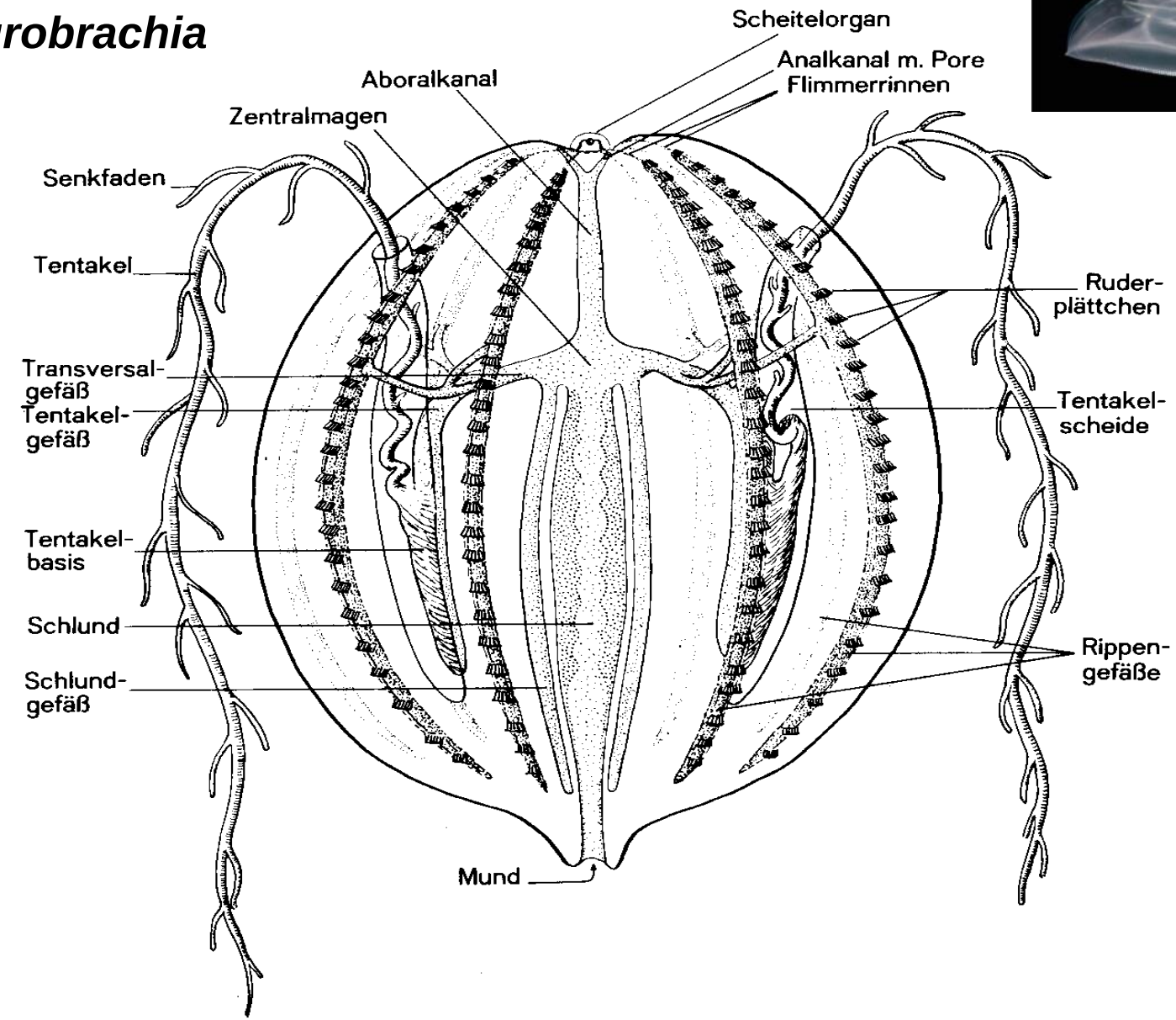
- **Spermienstruktur der acrosomen Metazoa**



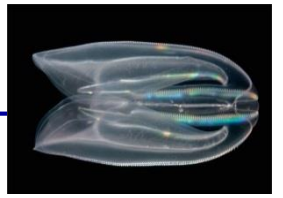
Ctenophora



- ***Pleurobrachia***

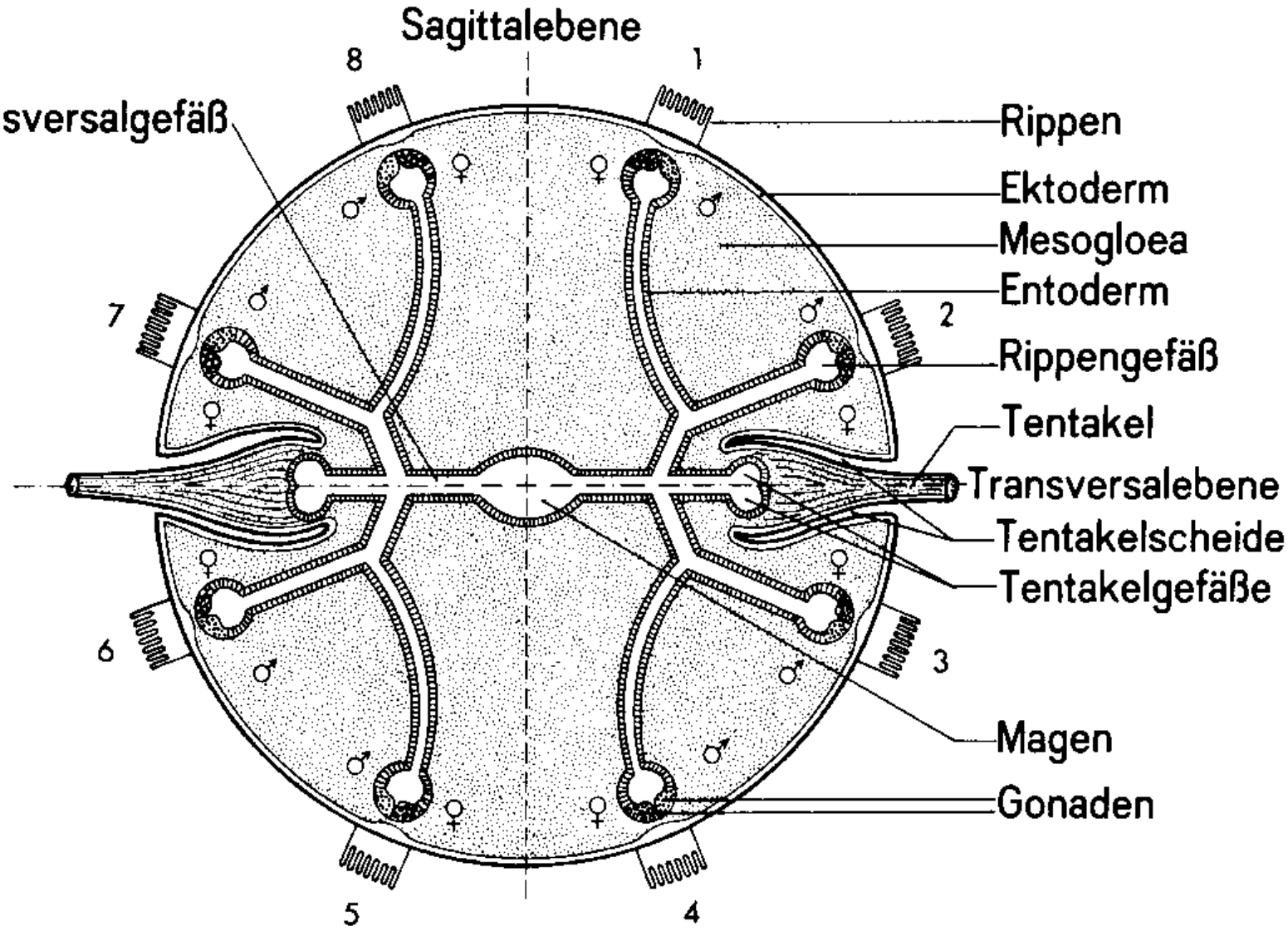


Ctenophora

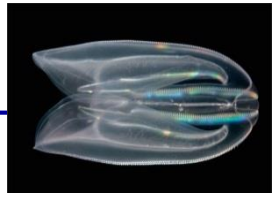


- ***Pleurobrachia***

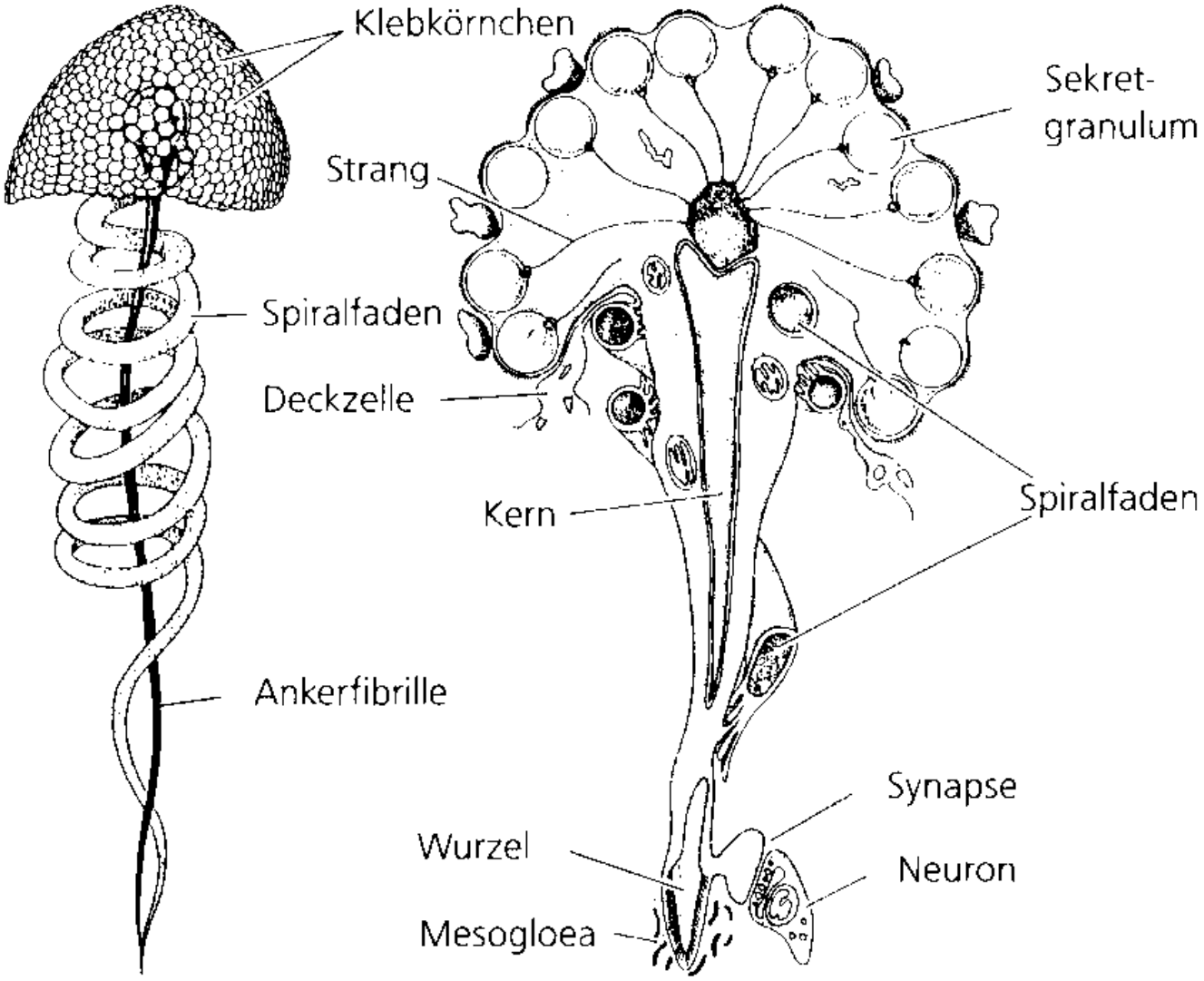
Querschnitt



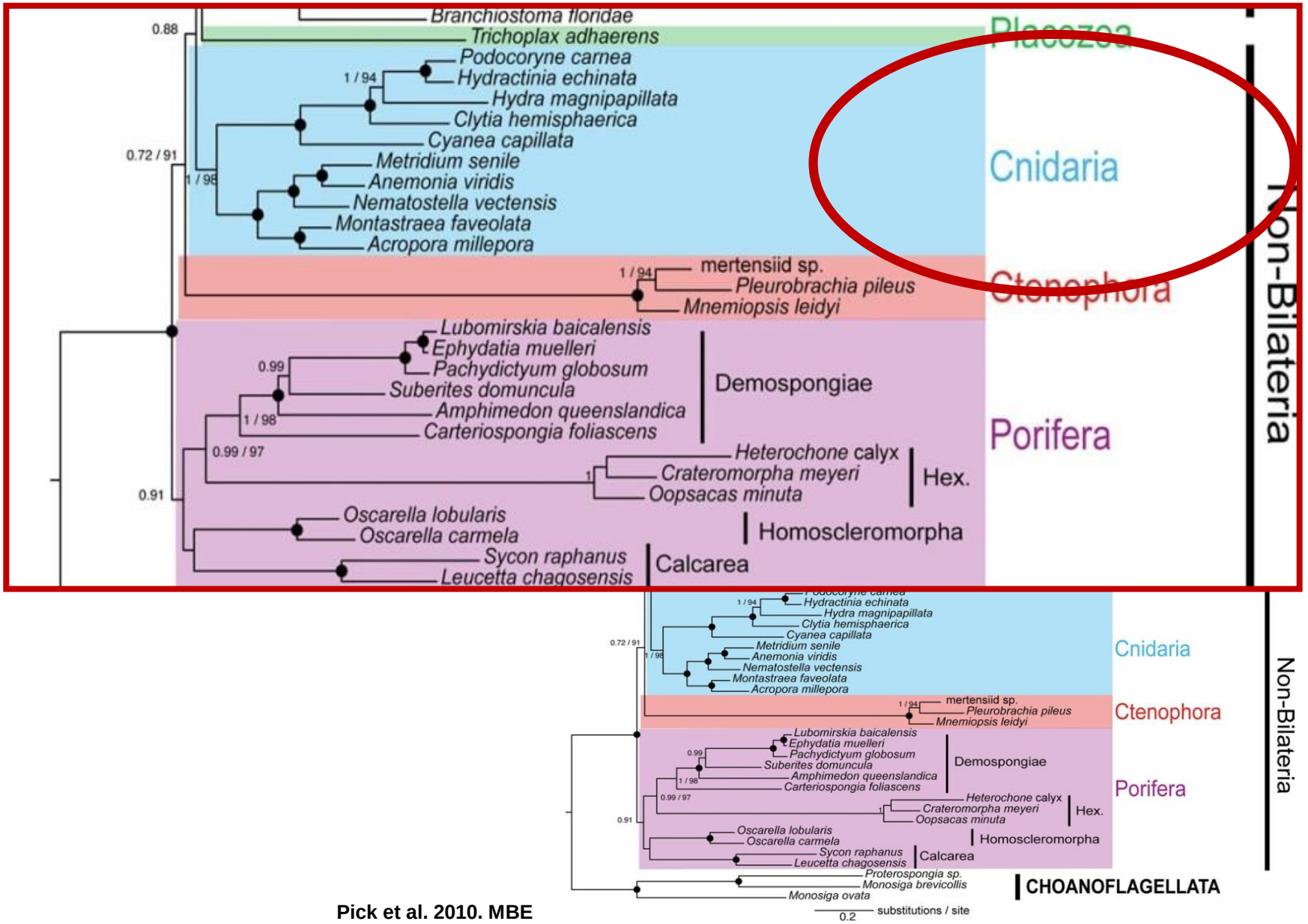
Ctenophora



- **Colloblasten**



Ein (!) Stammbaum der Metazoa



Pick et al. 2010. MBE

Cnidaria – die Baumeister im Meer

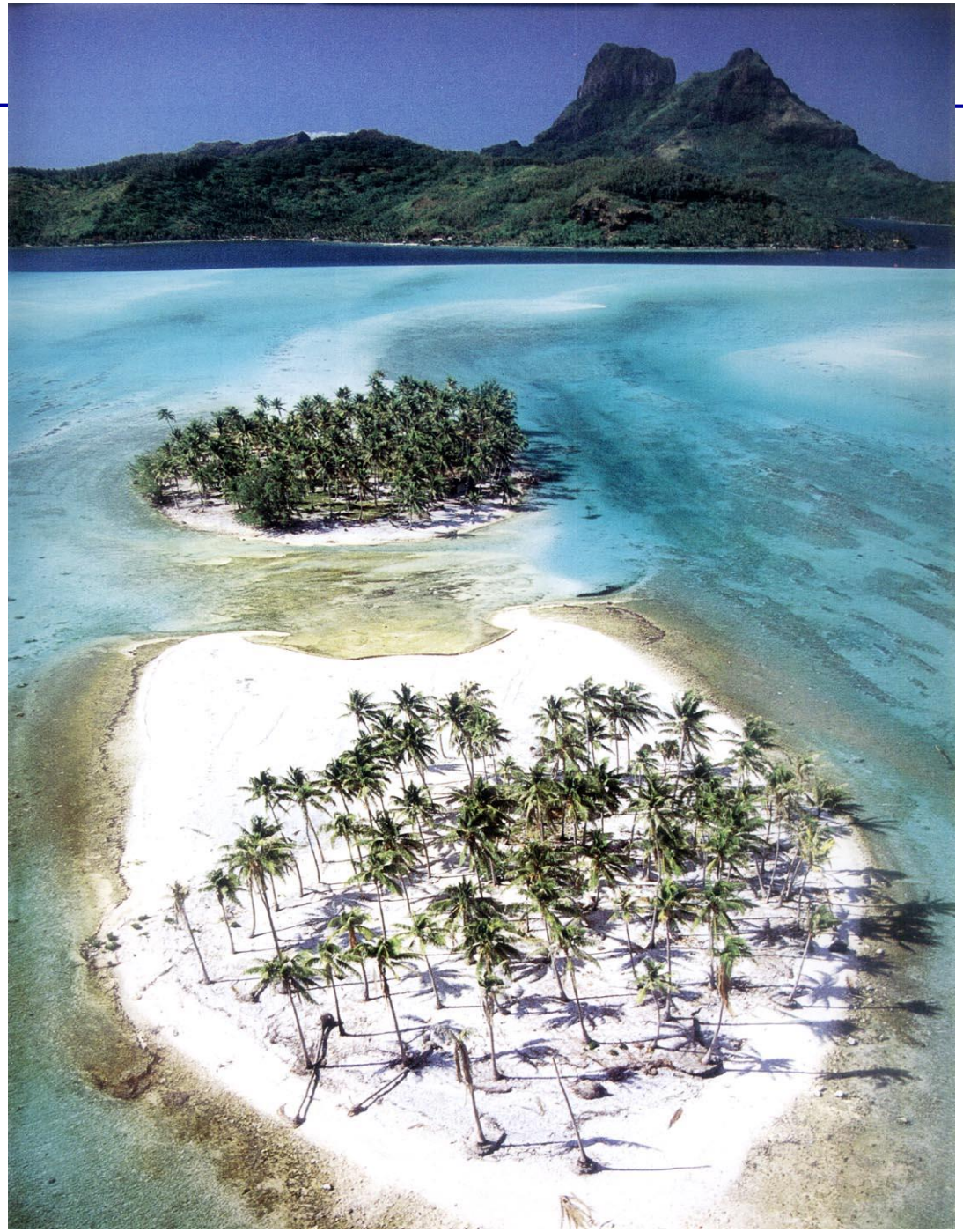
Cnidaria – die Baumeister im Meer

- **Von Blumen- und Nesseltieren**

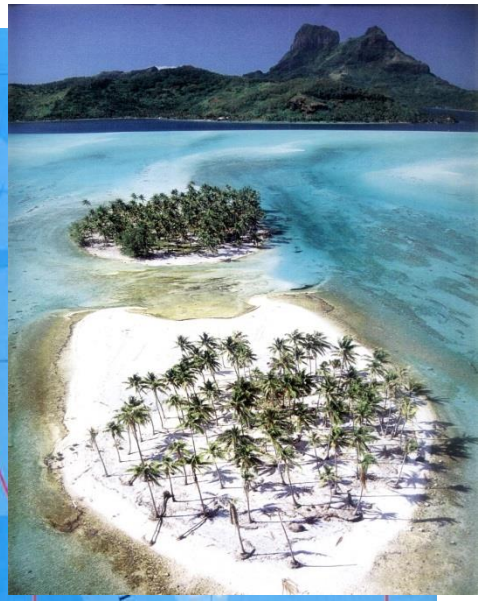
Riffe & Atolle

- **hohe Inseln**

- **flache Atolle**



Korallen-Sandinsel,
vor Bora-Bora,
NW von Tahiti



P A Z I F I S C H E R

Z E A N

Mikronesien

Polynesien

Melanesien

Korallensee

Zentralpazifisches Becken

Südpazifisches Becken

MARSHALL-INSELN

Pohnpei

Kosrae

FÖDERIERTE STAATEN VON MIKRONESIEN

PAPUA-NEUGUINEA

NAURU

KIRIBATI

SALOMONEN

TUVALU

TOKELAU

WALLIS & FUTUNA (Frankreich)

SAMOA

AMERIK.-SAMOA (USA)

COOK-INSELN (Neuseeland)

Northern Cook Islands

Southern Cook Islands

NIUE (Neuseeland)

TONGA

VANUATU (ehem. Neue Hebriden)

NEU-KALEDONIEN (Frankreich)

FIDSCHI

FRANZÖSISCH-POLYNESIEN

Îles de la Société

Îles du Vent

Îles sous le Vent

Îles Tuamotu

Îles Marquises

Îles Tubuai (Australs)

Îles Gambier

Îles Loyauté

AUSTRALIEN

Norfolk (Australien)

Kermadec Islands (Neuseeland)

Lord Howe (Australien)

Phoenix Islands

Northern Line Islands

Southern Line Islands

Tungaru Islands (Gilbert Islands)

Ratak Chain

Ralik Chain

Majuro

Pohnpei

Nauru

Tarawa

Funafuti

Nukunonu

Fakaofo

Nukufetau

Nukulaelae

Niutao

Nanumea

Nanumanga

Nui

Vaitupu

Niulakita

Rotuma

Savaii

Upolu

Tutuila

Manua Is.

Rose

Swains

Pukapuka

Nassau

Manihiki

Rakahanga

Penrhyn

Suwarrow

Palmerston

Aitutaki

Manuae

Takutea

Mitiaro

Atiu

Mauke

Rarotonga

Mangaia

Tahiti

Moorea

Tahanena

Marutea

Tatakoto

Hao

Pukarua

Reao

Nuku Hiva

Ua Huka

Ua Pou

Hiva Oa

Tahuata

Fatu Hiva

Manihi

Rangiroa

Tikehau

Raraka

Kaukura

Fangatau

Makemo

Pukapuka

Motu One

Tupai

Maupiti

Huahine

Fakarava

Bora Bora

Raiatea

Tahaa

Ahe

Anaa

Mehetia

Ravahere

Hereheretue

Vairaatea

Tureia

Nukutipipi

Temataingi

Moruroa

Groupe Actéon

Marutea

Fangataufa

Mangareva

Moruroa

Temoe

Rimatara

Rurutu

Tubuai

Raivavae

Rapa

Marotiri

Îles Maria

Îles du Désappointement

Caroline

Vostok

Flint

Malden

Starbuck

Jarvis (USA)

Palmyra (USA)

Howland (USA)

Baker

Teraina (Washington)

Tabuaeran (Fanning)

Kiritimati (Christmas)

Banaba (Ocean)

Nikumaroro (Gardner)

Huli (Orona)

Enderbury

Canton

McKean

Birnie

Rawaki

Manra

Nikunau

Onotoa

Arorae

Nonouti

Makin

Maiana

Abemama

Ujelang

Enewetak

Bikini

Rongelap

Ailuk

Wotje

Maloelap

Aur

Namu

Jabwot

Ujae

Kwajalein

Lukunor

Sapwuahfik

Namorik

Jaluit

Knox

Ebon

Oroluk

Senyavin Is.

Pingelap

Weno

Kapingamarangi

Ontong Java Is.

Choiseul

Santa Isabel

Solomon Islands

New Georgia

Malaita

Guadalcanal

San Cristobal

Rennell

Bellona

Reef Is.

Duff Is.

Santa Cruz Islands

Vanikolo

Tikopia

Woodlark

Rossel

Bougainville

Buka

New Ireland

Nukumanu Is.

Indispensable Reefs

Pandora Bank

Penguin Bank

Hazel Holme Bank

Îles Torres

Gaua

Espiritu Santo

Maéwo

Pentecôte

Malekoula

Epi

Éfaté

Erromango

Tanna

Anetchom

Ouvéa

Lifou

Maré

Nouvelle Calédonie

Îles Chesterfield

Matthew

Hunter

Walpole

Cato

Wendekreis des Steinbocks

Kelso Bank

Capel Bank

Moreton Seamount

Gifford Guyot

Brisbania Guyots

Wreck Reefs

Vanua Levu

Viti Levu

Gau

Kadavu

Lau Group

Ono-i-lau

Niuafoou

Niuatoputapu

Vavau Group

Haapai Group

Tongatapu

Eua

Ata

Niue

Antiope Reef

Haran Reef

Minerva Reefs

Île de Hoorn (Futuna)

Île Wallis (Uvea)

Horizon-Tiefe -10 882 Meter

Fabert Reef

Banc Président Thiers

Récif Lancaster

Huysnet Rocks

Raoul

Macauley

Curtis

L'Esperance Rock

Wanganella Bank

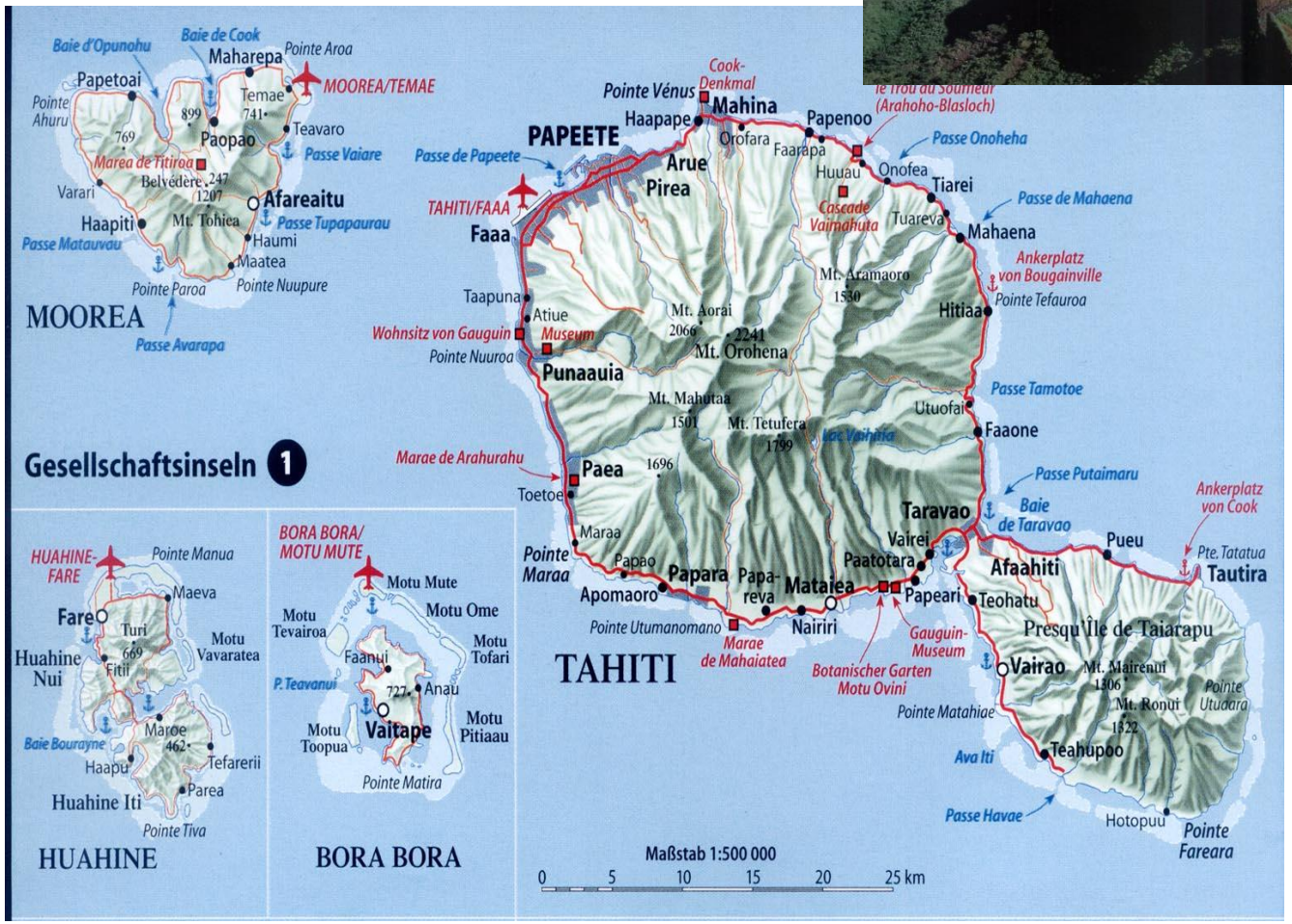
Tasqui Bank

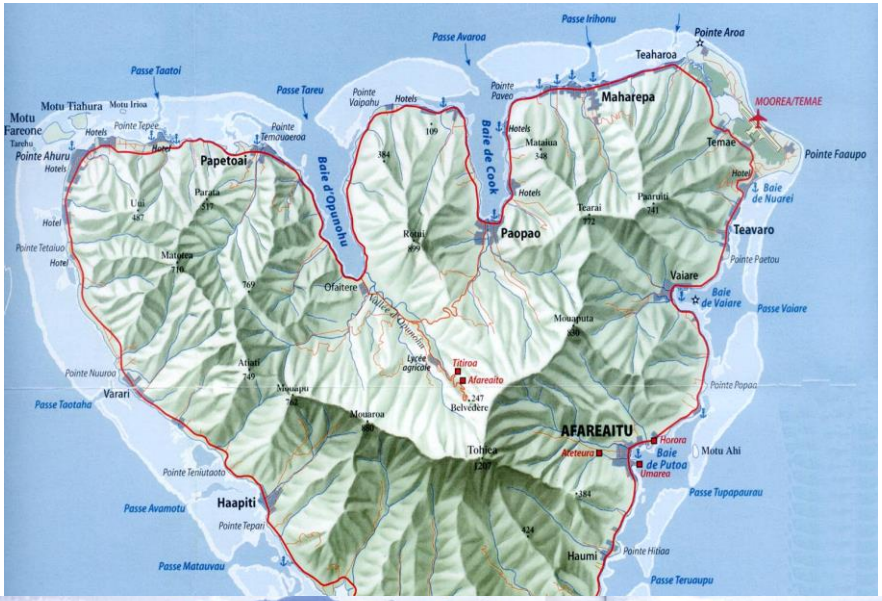
DATUMSGRENZE

Mercatorprojektion

(Maßstab am Äquator ca. 1:24 Millionen)

Französisch-Polynesien




Passe Irihonu
Passe Avaroa
Pointe Aroa
Teaharoa
Passe Taatoi
Passe Tareu
Pointe Vaipahu
Hotels
Pointe Paveo
Maharepa
MOOREA/TEMAE
Motu Tiahura
Motu Iriua
Motu Fareone
Pointe Tepee
Pointe Temaueroa
Baie de Cook
Mataiua
348
Temae
Pointe Faaupo
Pointe Ahuru
Papetoai
Baie d'Opunohu
Paratia
511
Baie de Nuarei
Uia
487
Tearai
972
Paeruiti
741
Paopao
Teavaro
Pointe Tetaiuo
Matotea
710
Pointe Paetau
769
Ofaitere
Vaiare
Baie de Vaiare
Passe Vaiare
Mouaputa
580
Pointe Nuuroa
Afareaito
Belvedere
Pointe Papao
Varari
Passe Taotaha
Mouaroa
AFAREAITU
Hotels
Hotels
Hotels

Die Ikone

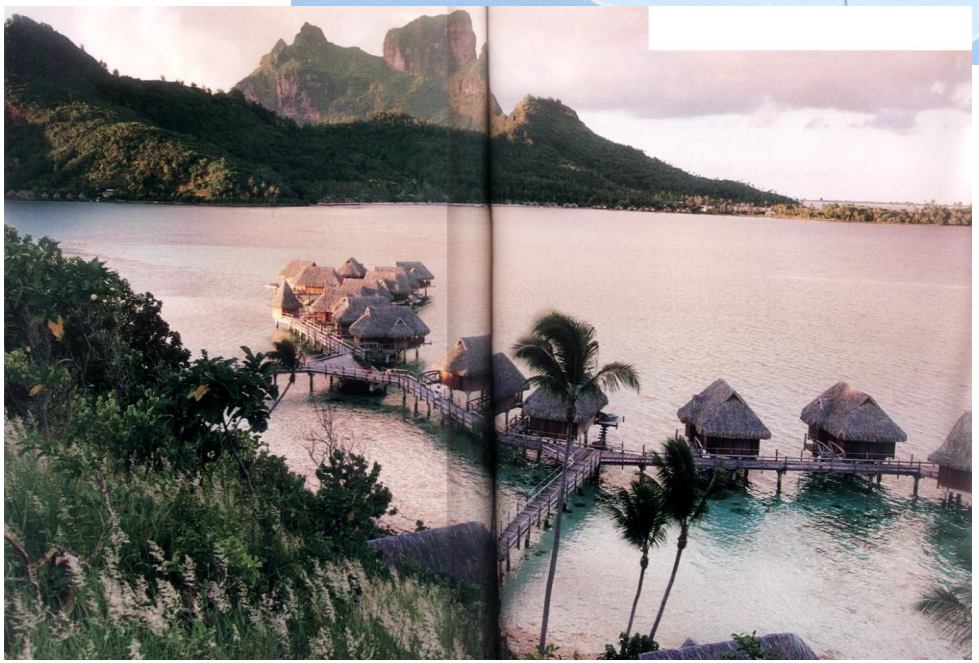
„Pora Pora" nennen die Einheimischen die Insel, die „Erstgeborene". Auch unter Urlaubern hat sich Bora Bora auf der Rangliste der Sehnsüchte einen Spitzenplatz gesichert, mit einem dramatischen Ensemble aus Basaltzinnen, Lagune und Riffkranz. Ein Dutzend luxuriöse, oft ins Wasser gebaute Bungalow-Anlagen säumen die sieben Millionen Jahre alte Insel, einige neue wurden auf vorgelagerten Motu angelegt

Fläche: 32 qkm
Bevölkerung: 4500 Einw.

Die Betörende

Die Doppelinsel Huahine wird vor allem ihrer Natur wegen gerühmt: zahlreiche malerische Buchten reichen tief ins Land, die Berghänge sind üppig-tropisch bewachsen. Gleichzeitig gilt Huahine als Open-Air-Museum der polynesischen Kultur, ausgestattet mit Dutzenden von alten Kultstätten, den Marae. Auf der verträumt wirkenden, dünn besiedelten Insel gibt es nur wenige touristische Anlagen, überwiegend behutsam in die Natur integriert

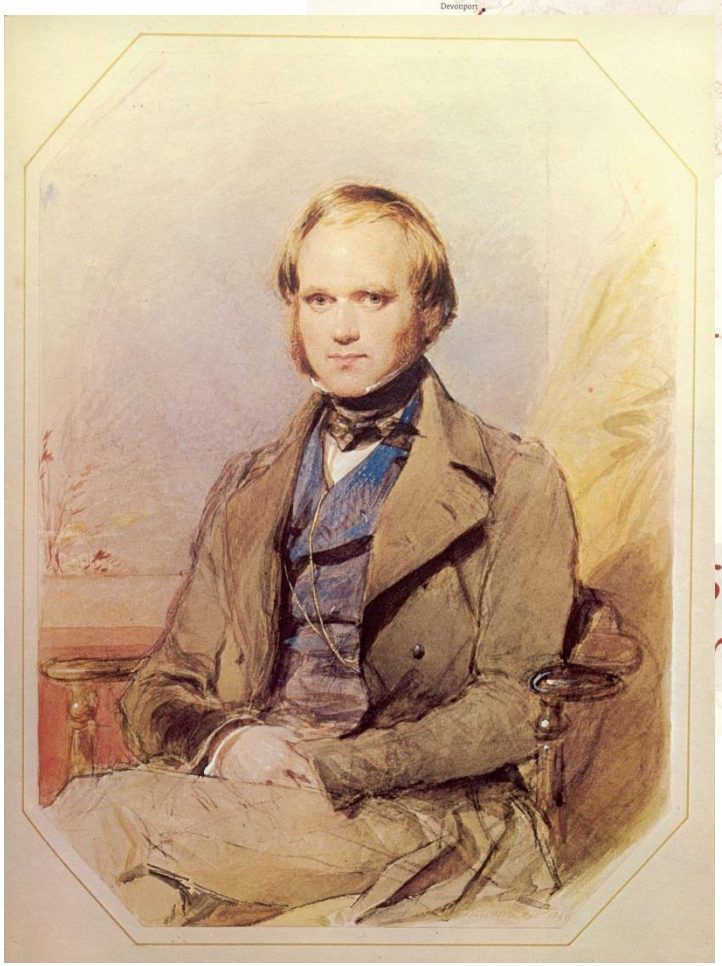
Fläche: 74 qkm
Bevölkerung: 4500 Einw.

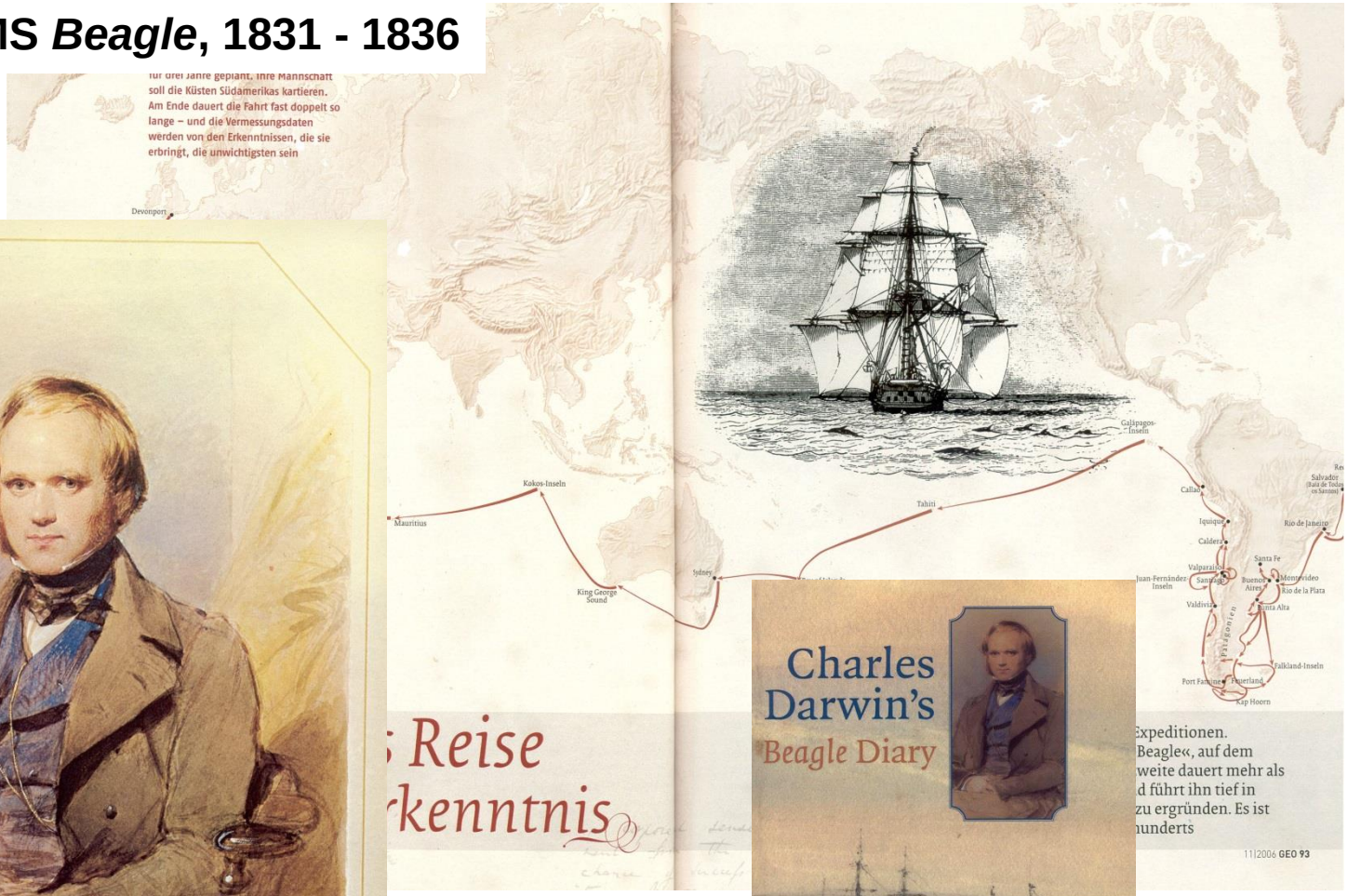


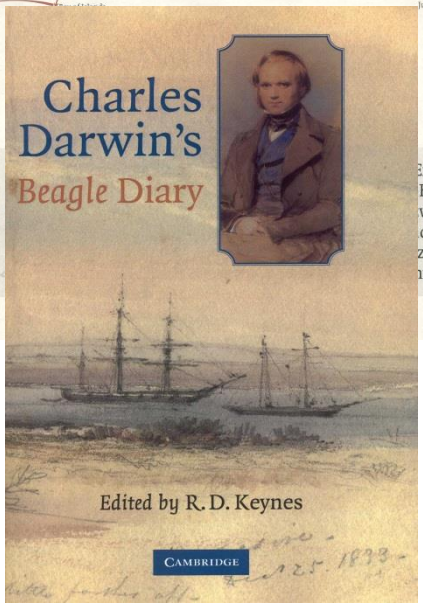
Bora-Bora & Huahine

Charles Darwins Reise zur Erkenntnis

- **an Bord HMS *Beagle*, 1831 - 1836**

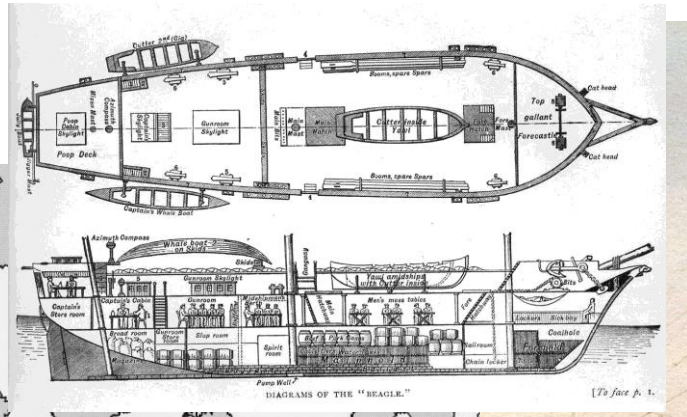


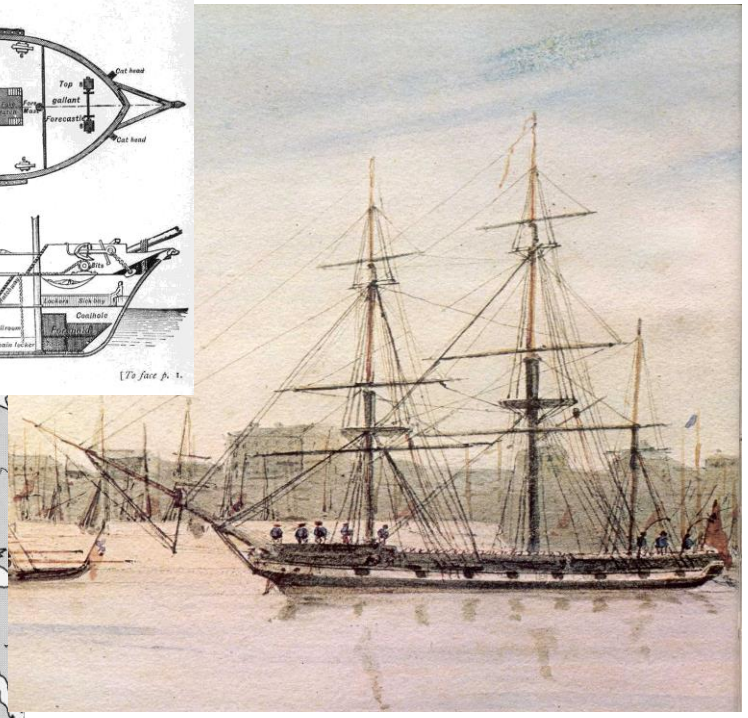


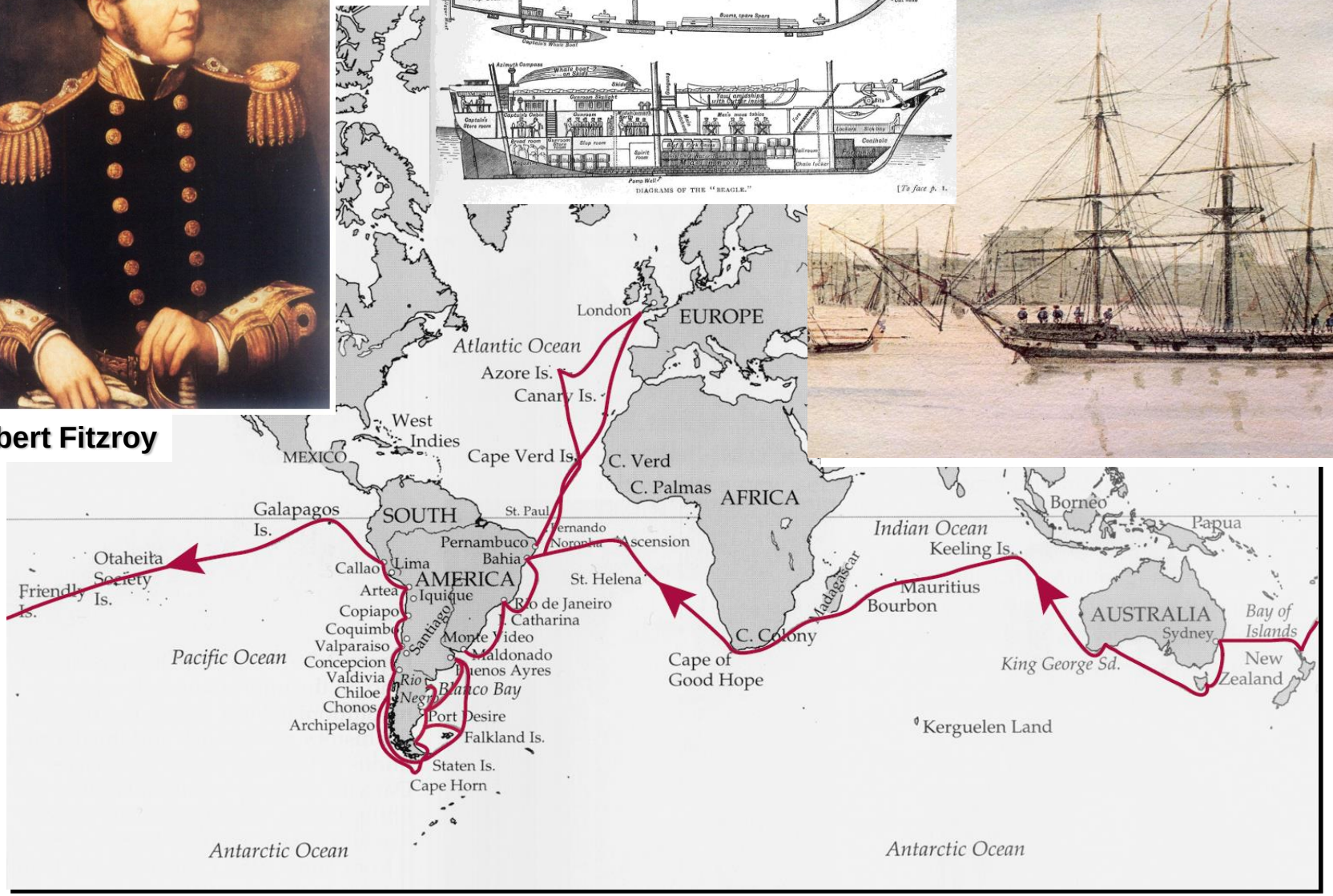


Darwins Reise zur Erkenntnis: Die Fahrt der „*Beagle*“, 1831 - 1836

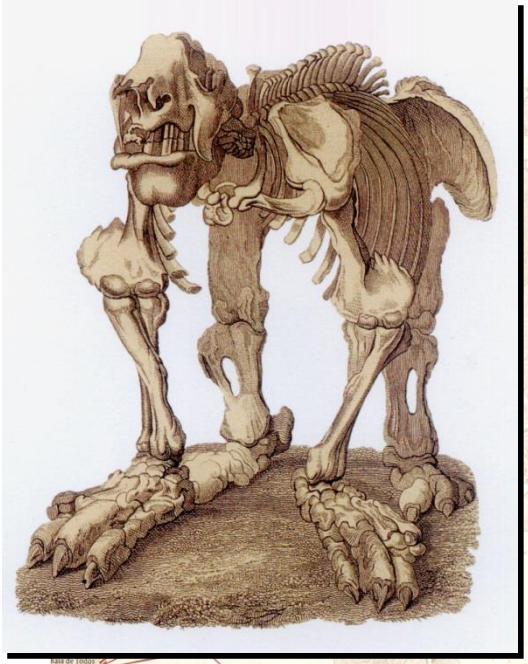
Robert Fitzroy

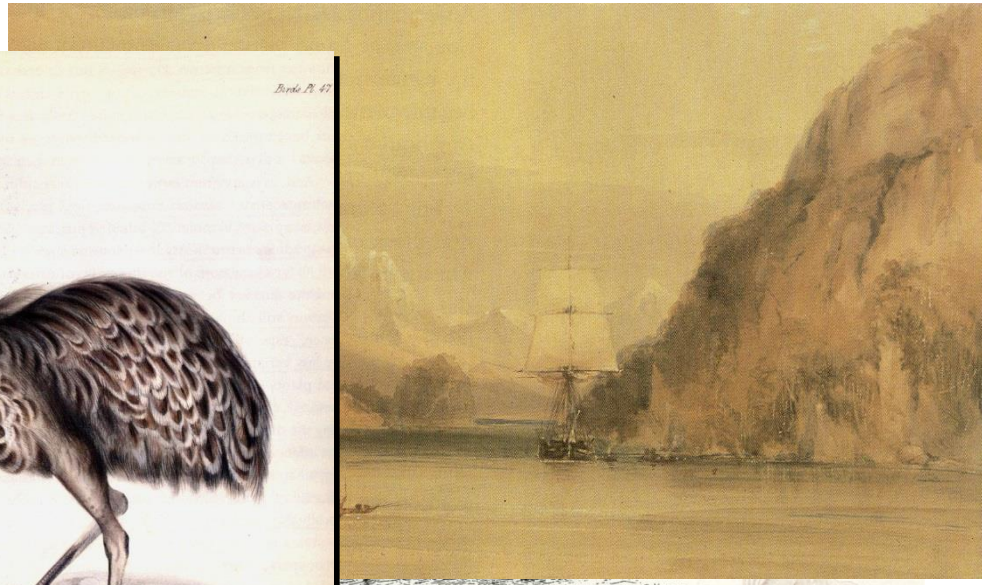


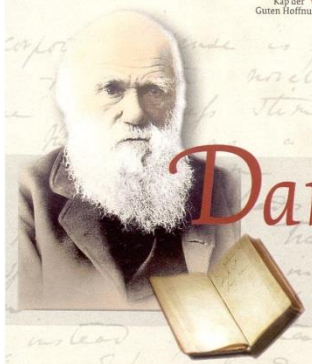




Charles Darwin: Die Weltreise der „*Beagle*“, 1831 - 1836







EVOLUTION

Darwins Reise zur Erkenntnis

Sankt Helena

Rio de Janeiro

Kap der Guten Hoffnung

King George Sound

Sydney

Galápagos-Inseln

Callao

Iquique

Caldera

Valparaíso

Santiago

Buenos Aires

Rio de la Plata

Montevideo

Santa Fe

Valdivia

Santa Alta

Patagonien

Falkland-Inseln

Port Famine

Feuerland

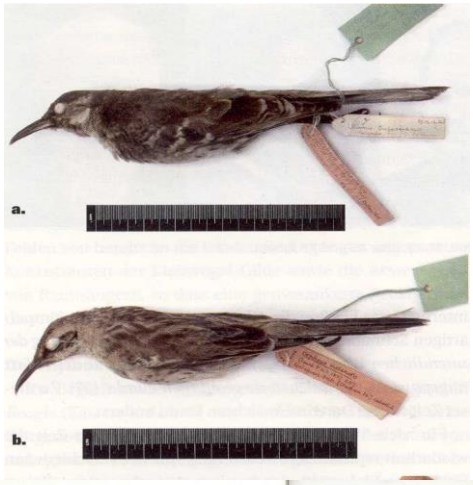
Kap Hoorn

...litionen.
...le«, auf dem
...e dauert mehr als
...rt ihn tief in
...gründen. Es ist
...erts

Die zoologische Ausbeute der *Beagle*–Reise

5435 Tiere

- **1529 in Spiritus**
- **3906 getrocknet**



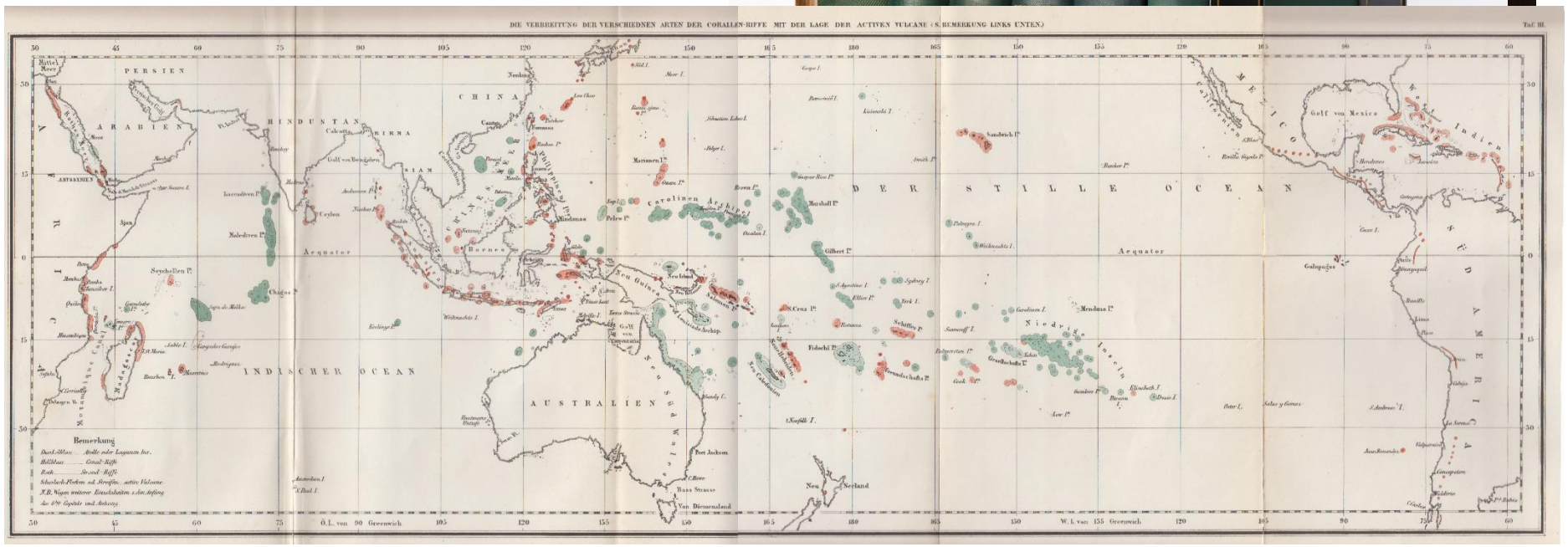
c. 500 Vögel

39 n. sp.

243 verschollen

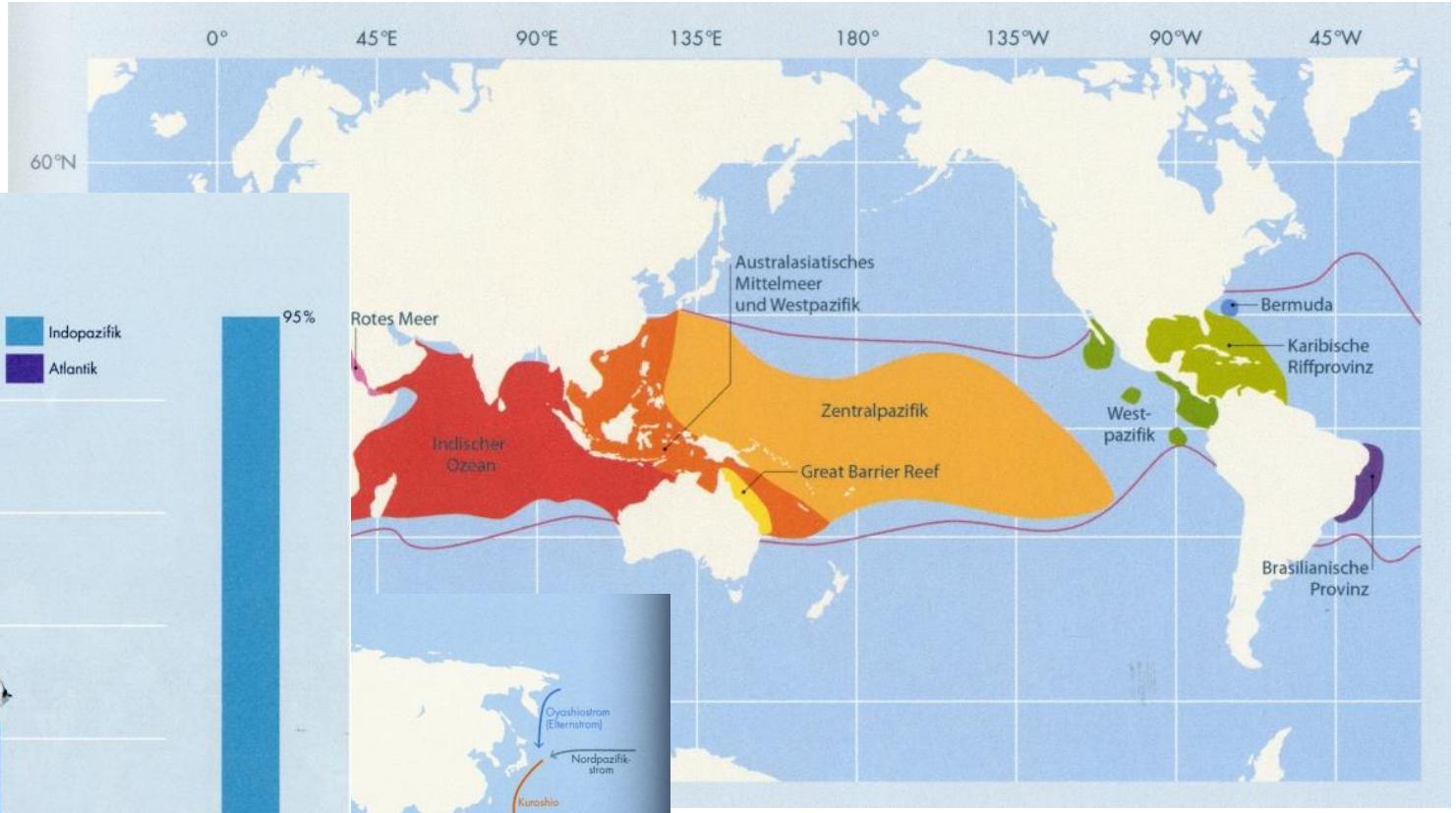
Die geologische „Ausbeute“ der *Beagle*–Reise

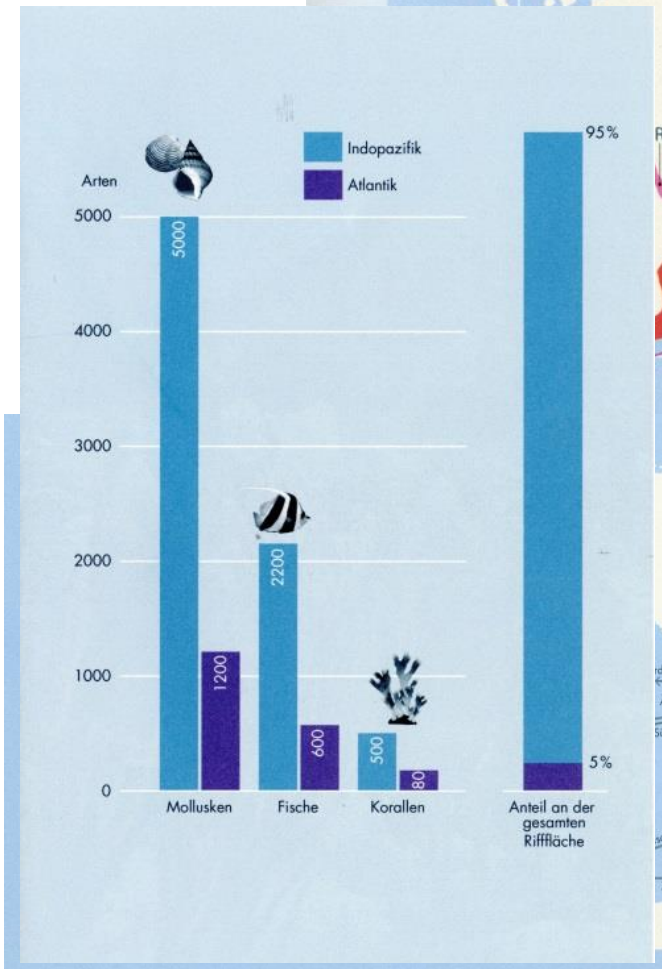
- ***„The structure and distribution of Coral Reefs.***
  ***Being the first part of the geology of the voyage of the Beagle…“* (1842)**



Cnidaria – Verbreitung von Korallenriffen

- **Riffverbreitung und Riffprovinzen**

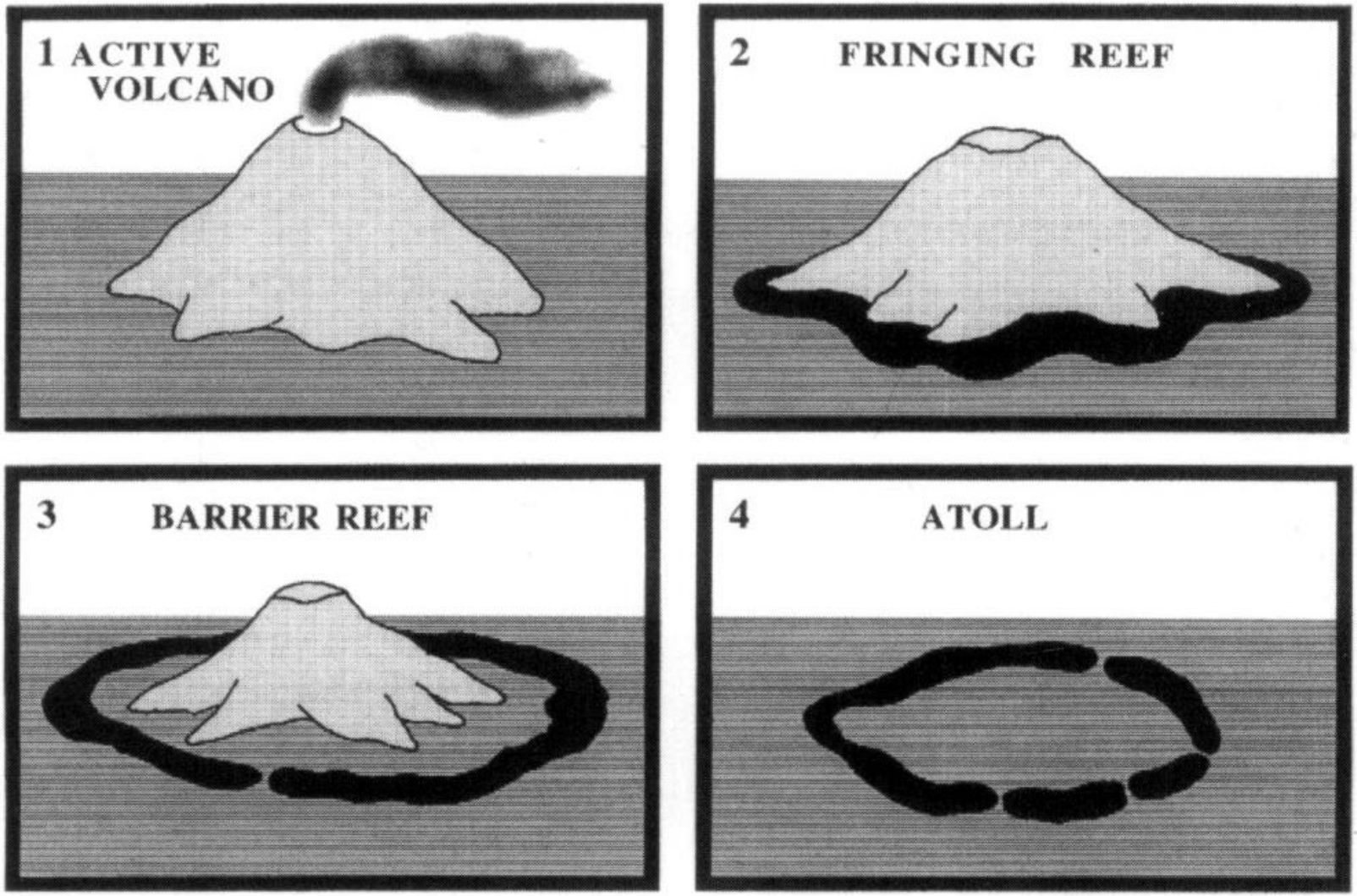




Die wichtigsten Ozean-Strömungen

Cnidaria

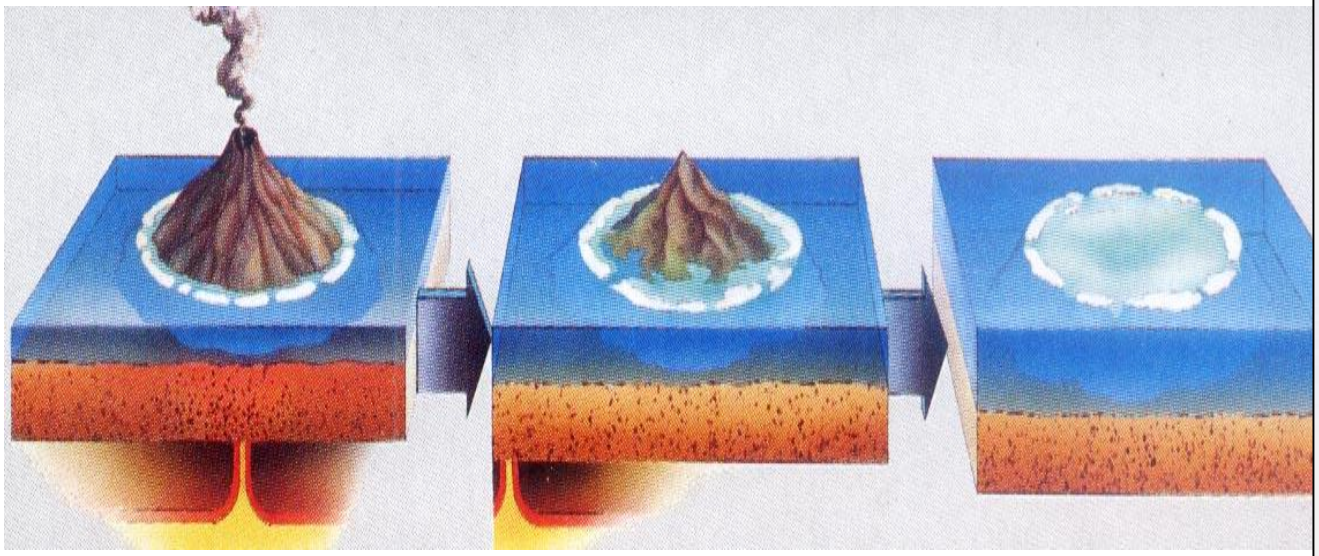
- **Riff-Entwicklung durch Anthozoa**



Noti:

Cooks Inseln & Darwins Atolle

- Cooks „hohe“ Inseln - von weiten sichtbare Vulkankegel
- Cooks „niedrige“ Atolle - „Idylle“ in Franz.-Polynesien



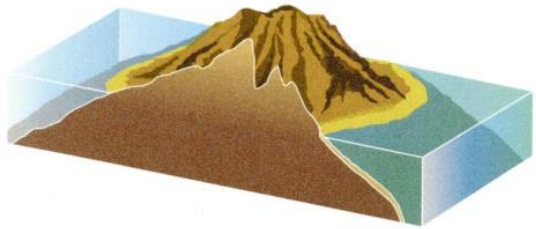
Cooks Inseln & Darwins Atolle

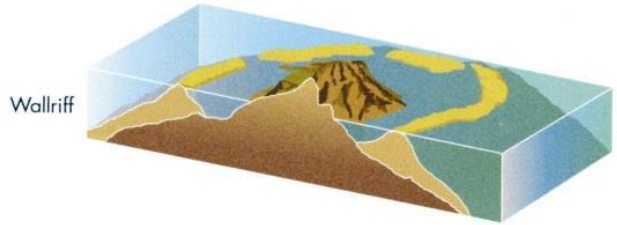
- **Stadien der Atoll-Entstehung**

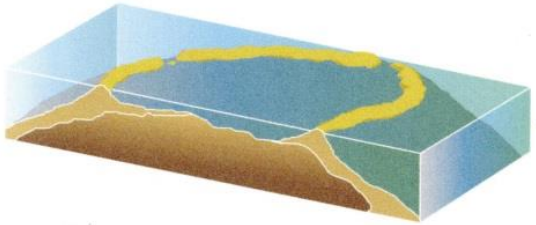
Um eine vulkanische Insel entsteht zunächst ein Saumriff, dass sich zum Lagunensaumriff weiter entwickelt.

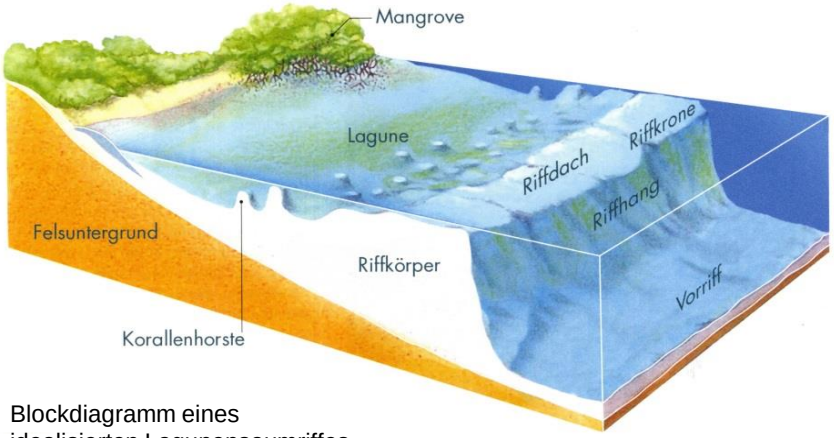
Während die Insel weiter absinkt wächst das Riff kontinuierlich weiter,

so dass schließlich nur noch die Riffkrone über die Wasseroberfläche hinausragt und den typischen Ring eines Atolls zeigt.

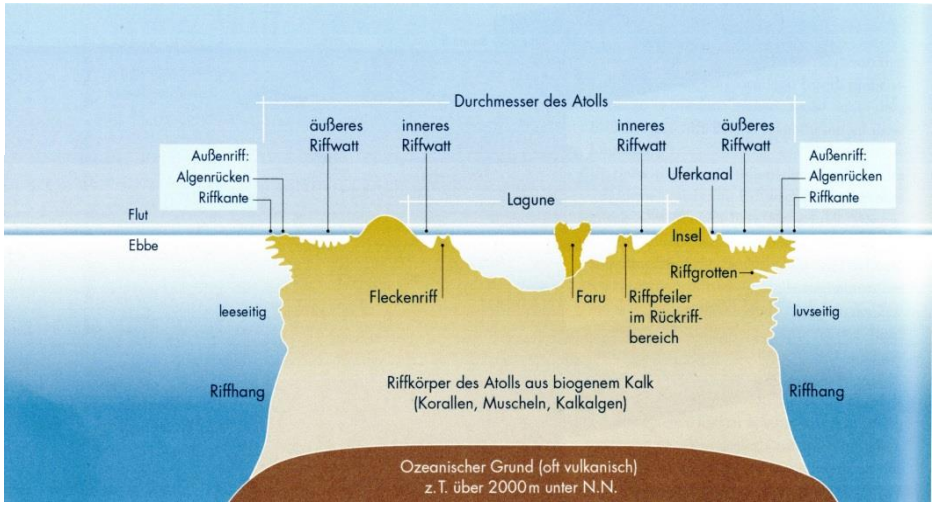








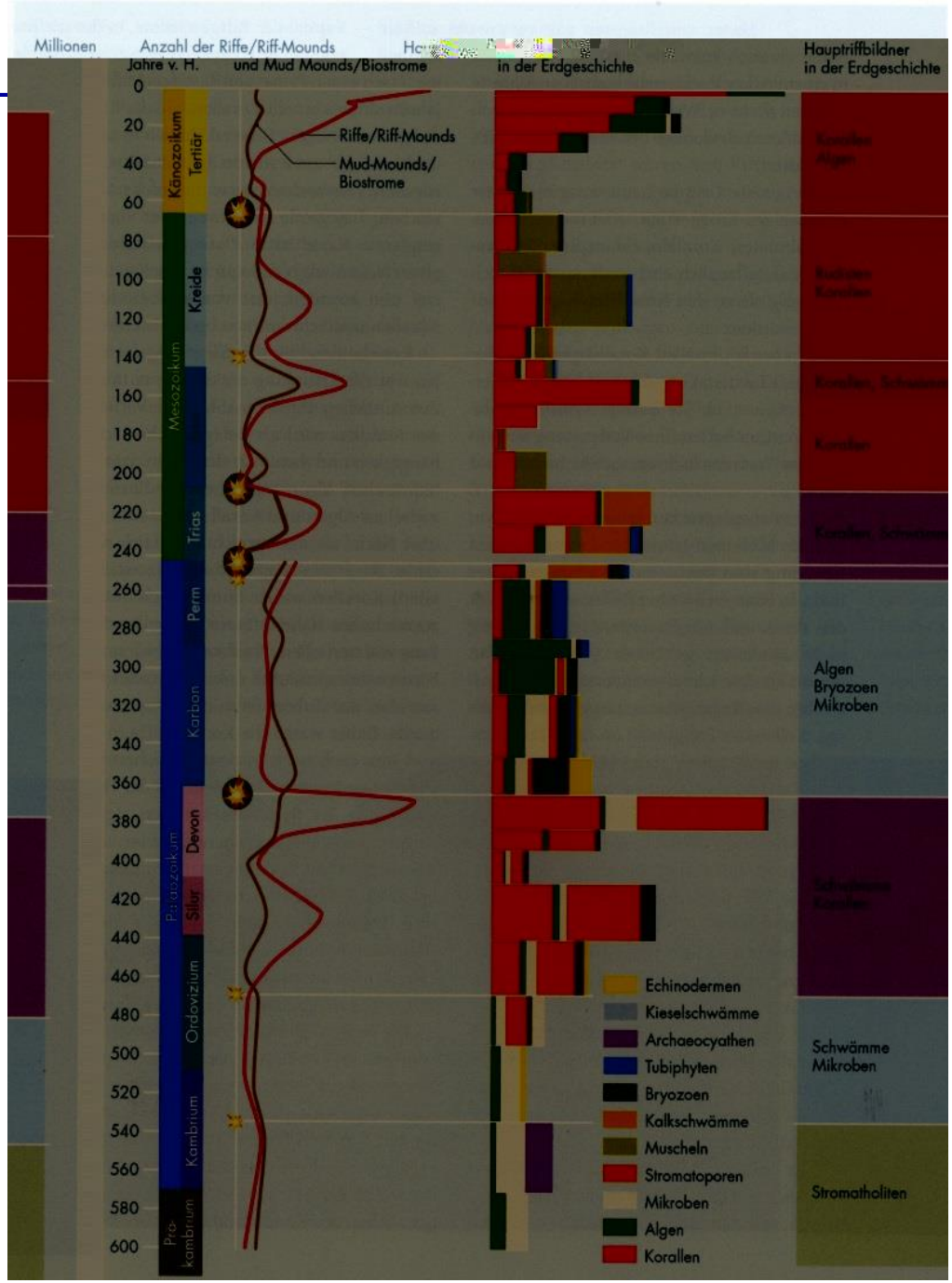
Blockdiagramm eines
idealisierten Lagunensaumriffes



Schematische Darstellung eines Atolls im Querschnitt

Riffe in der Erdgeschichte

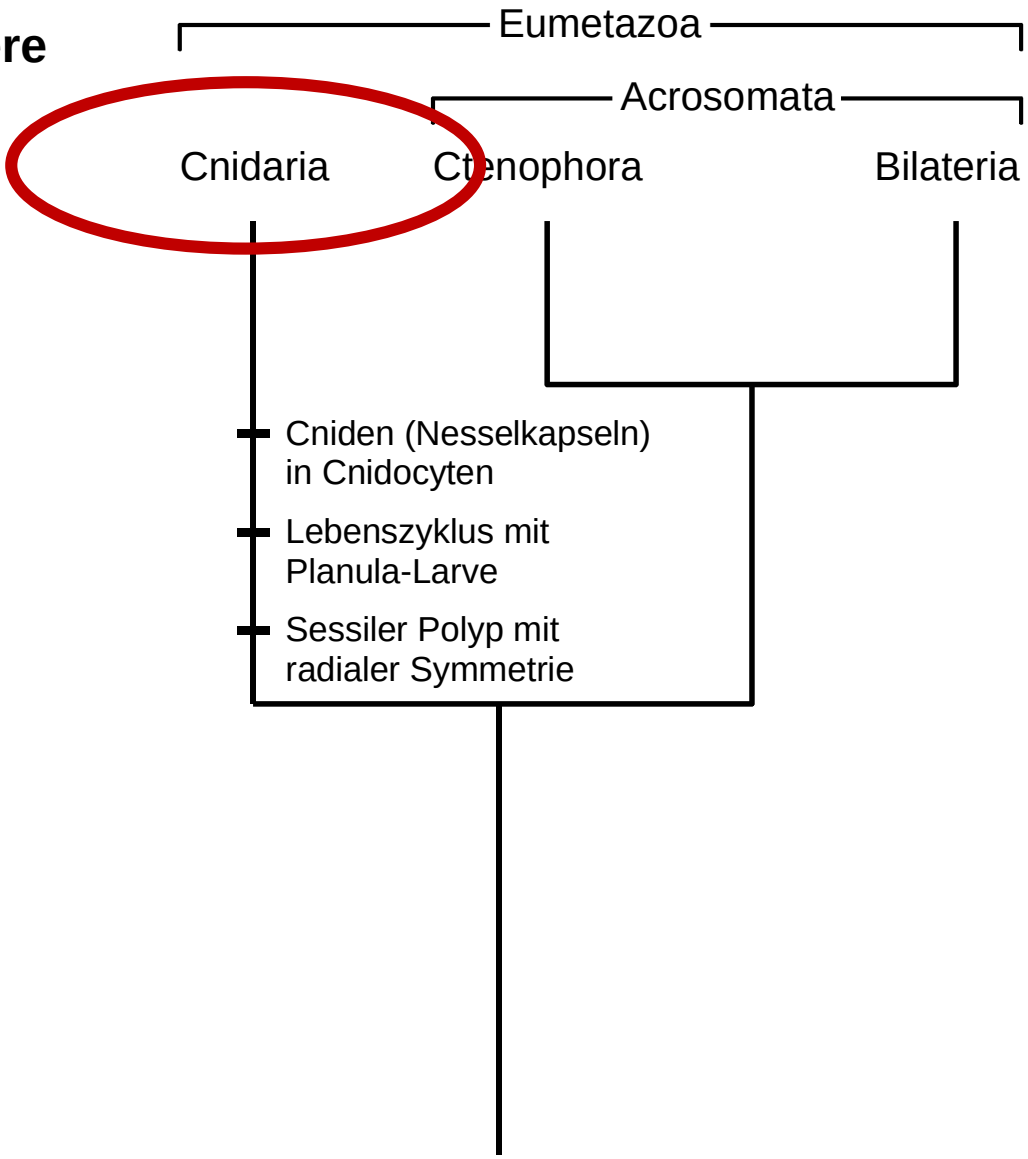
- **Riffbildner, Riffentwicklung und Riffkrisen**



Nach Flügel & Leinfelder;
Explosionssterne bezeichnen die großen Massenaussterbeereignisse

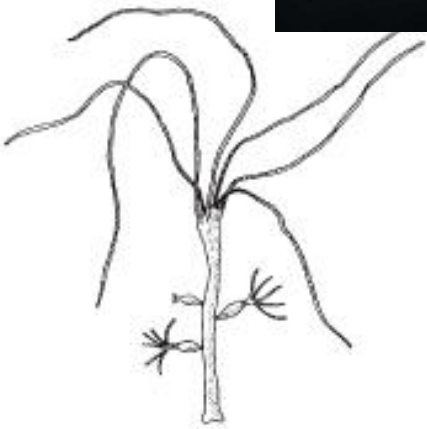
Cnidaria

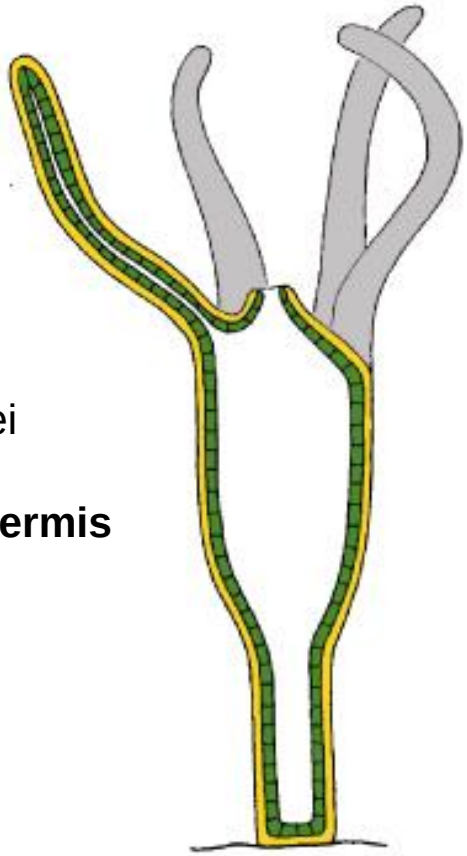
- **Nesseltiere**



Cnidaria

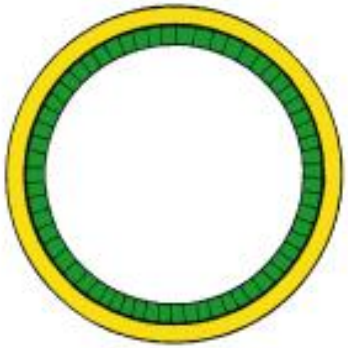
- **„Zweilagige“ Nesseltiere**





Polyp

- Nesseltiere besitzen zwei Epithelien:
  Epidermis und **Gastrodermis**

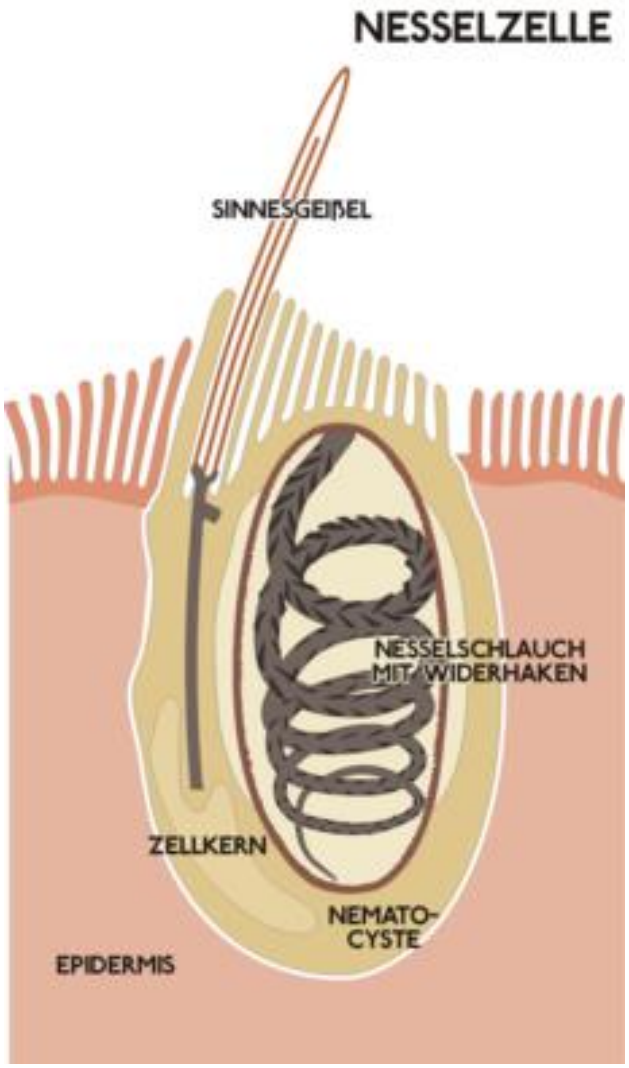


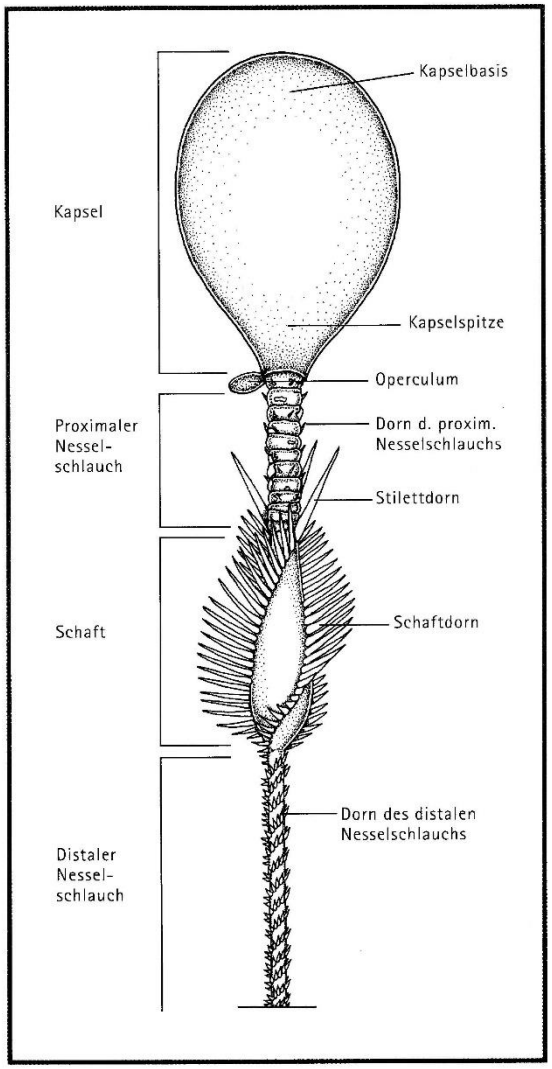
Querschnitt

Cnidaria

- **Nesselzellen**

- Nesseltiere besitzen in der Epidermis Nesselkapseln





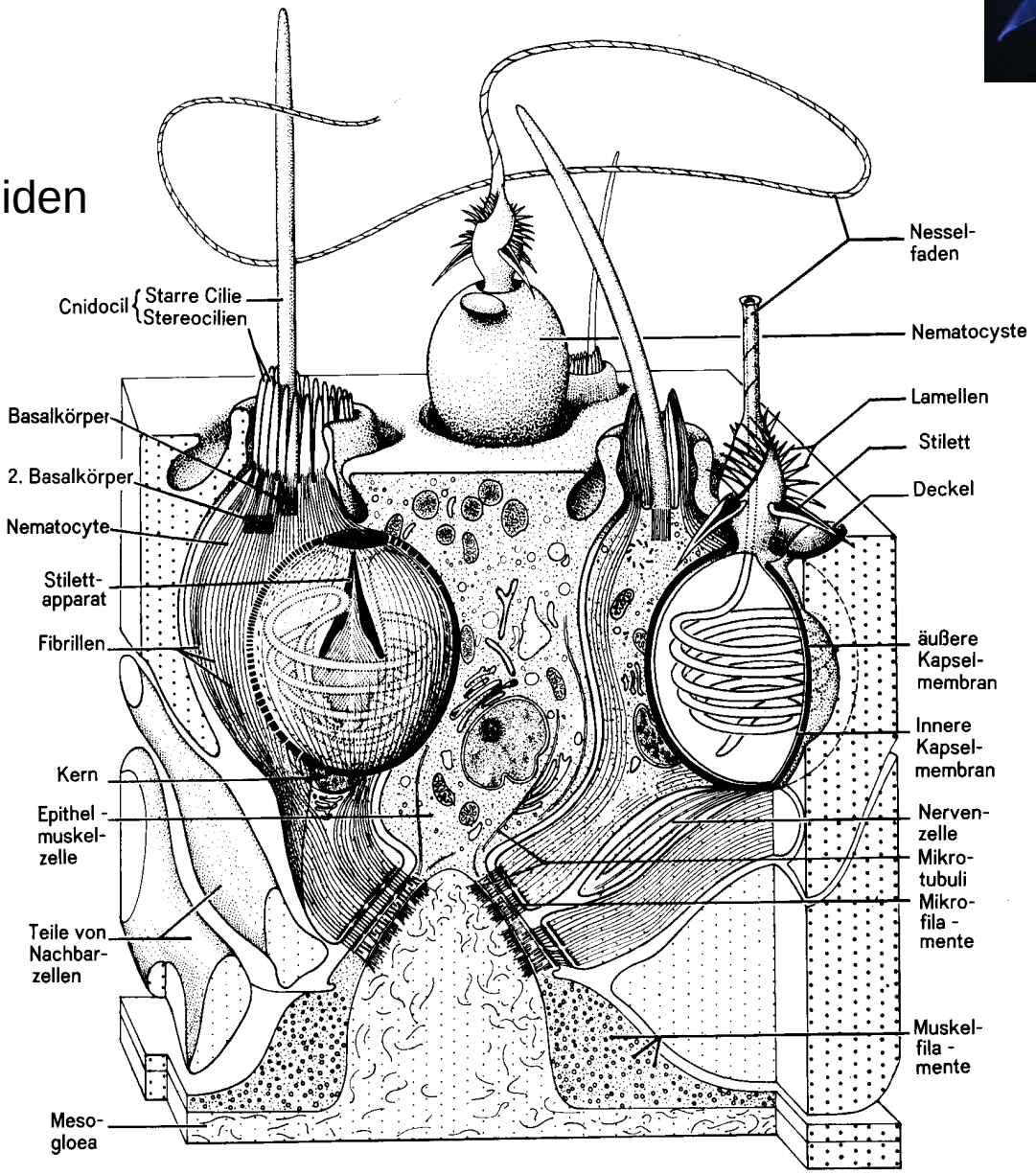
Cnidaria

- **Nesselzellen**

Cnidaria

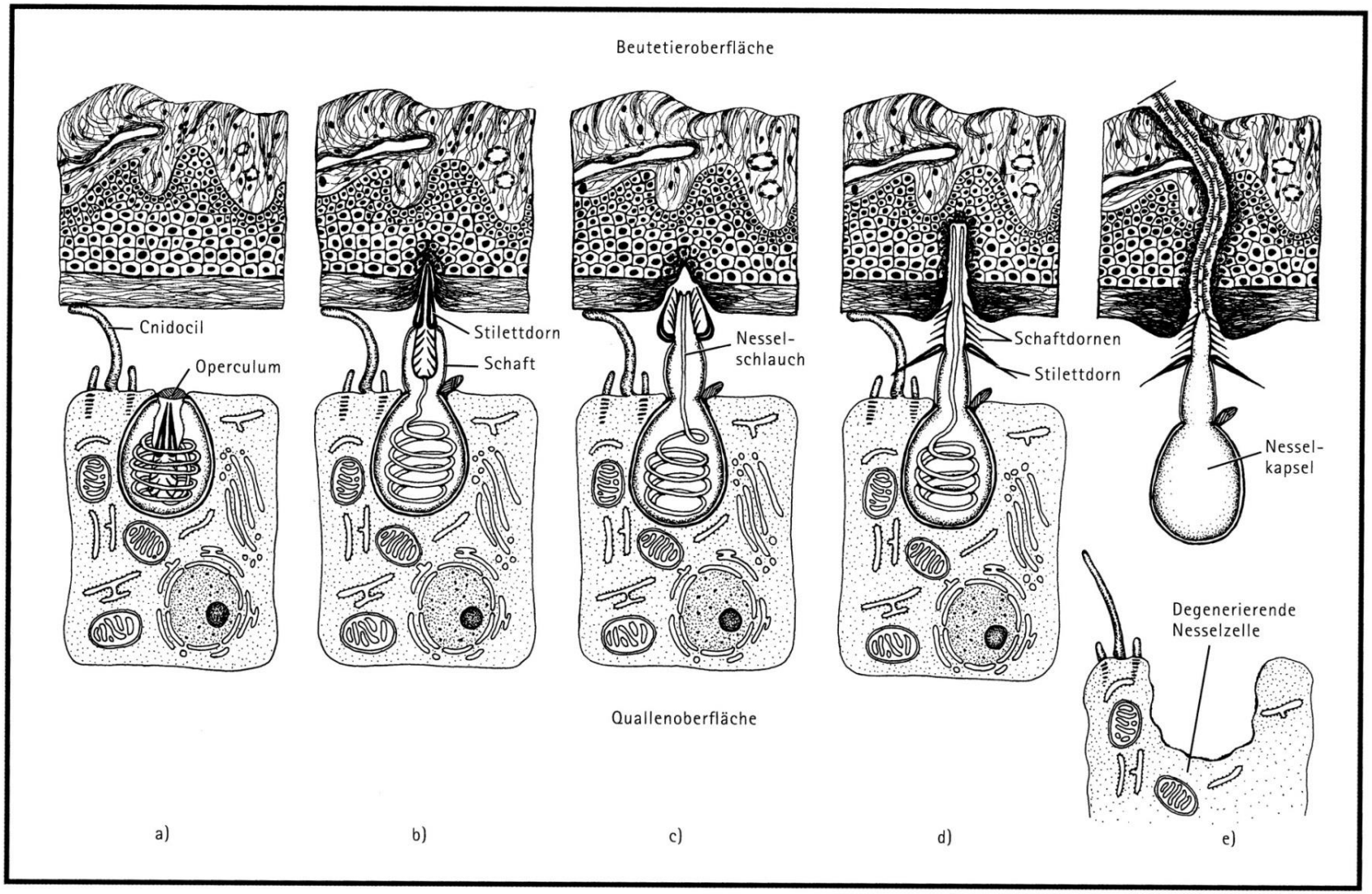
- **Nesselzellen**

Cnidocyten mit Cniden



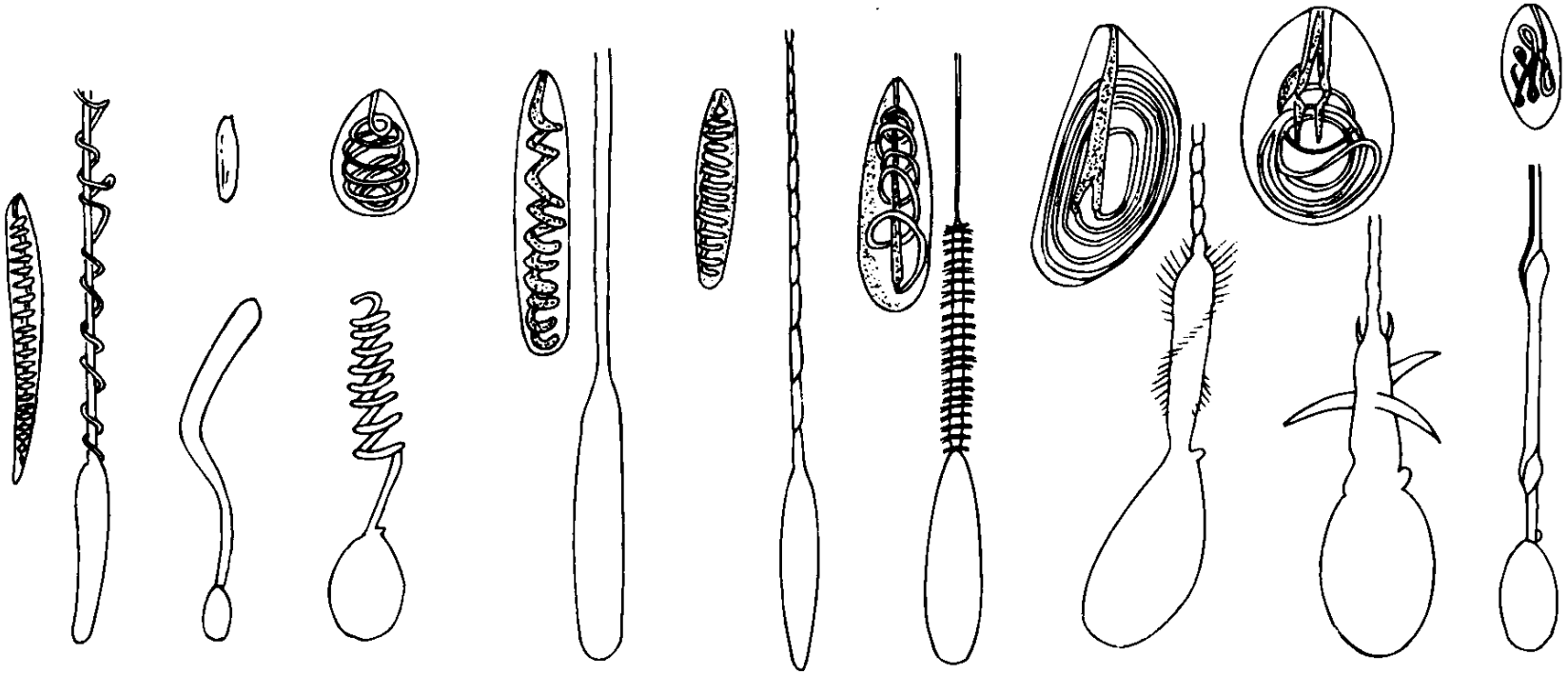
Cnidaria

- **eine „Erfindung“ mit durchschlagendem Erfolg**



Cnidaria

- **Nesselkapseltypen**



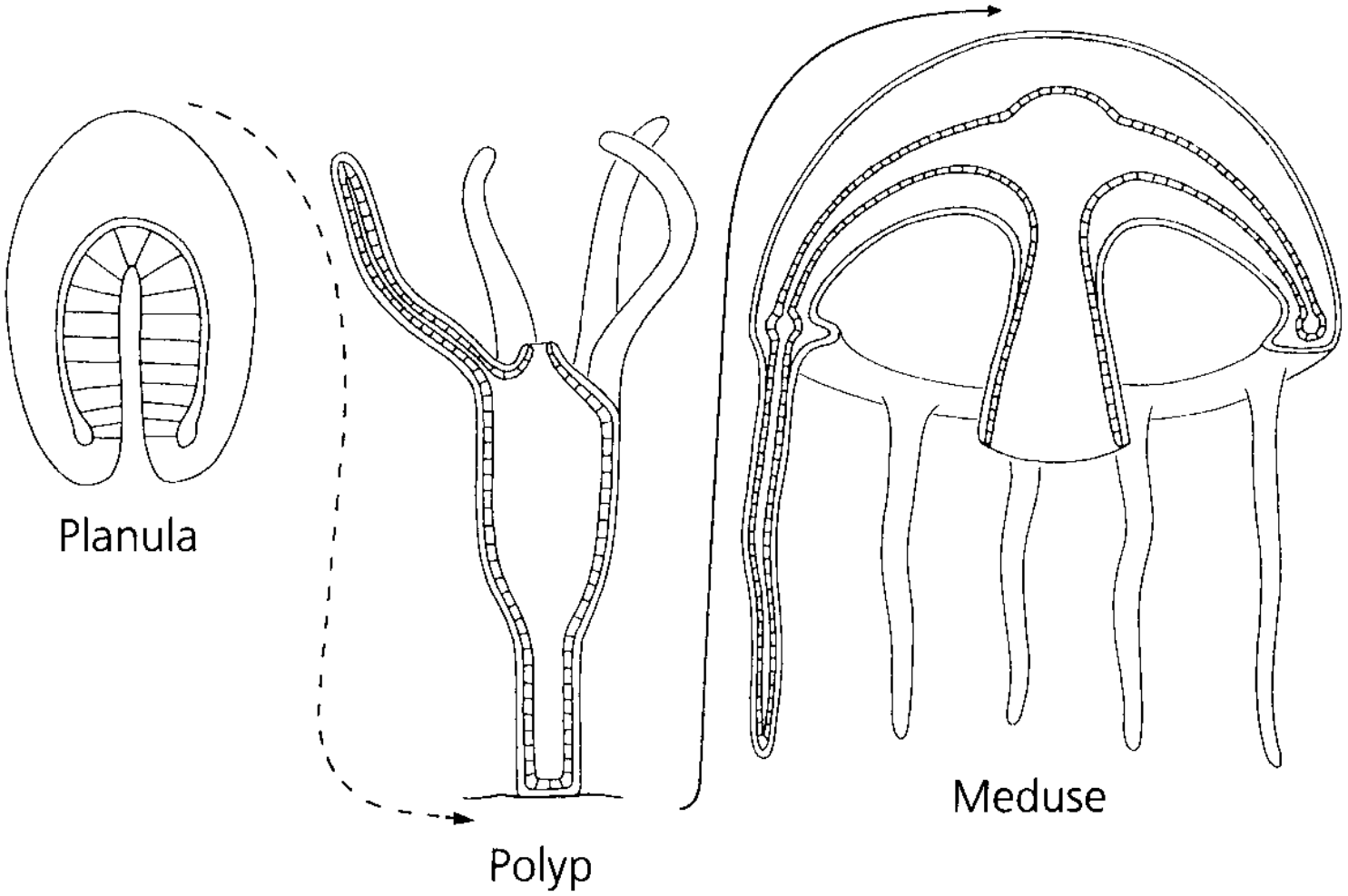
Funktionelle Unterteilung: **Penetrante = Durchschlagskapseln**

Glutinante = Klebkapseln

Volvente = Wickelkapseln

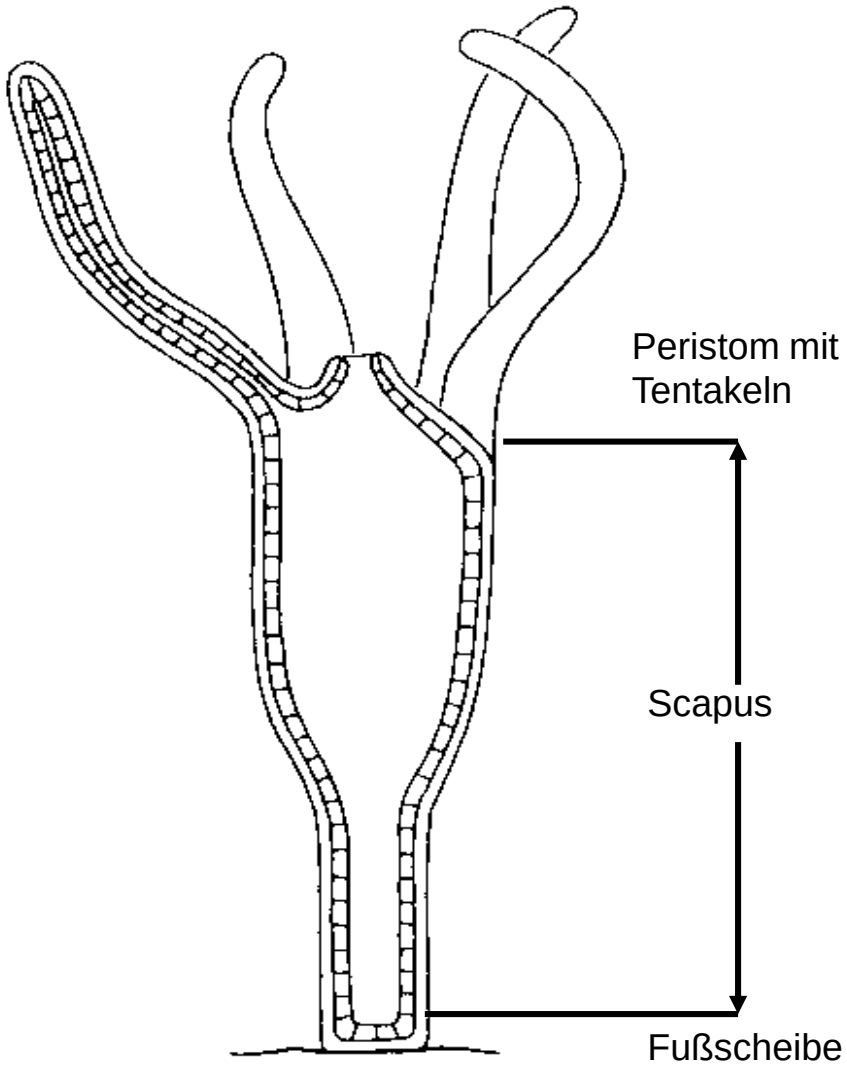
Cnidaria

- **Lebenszyklus der Cnidaria**



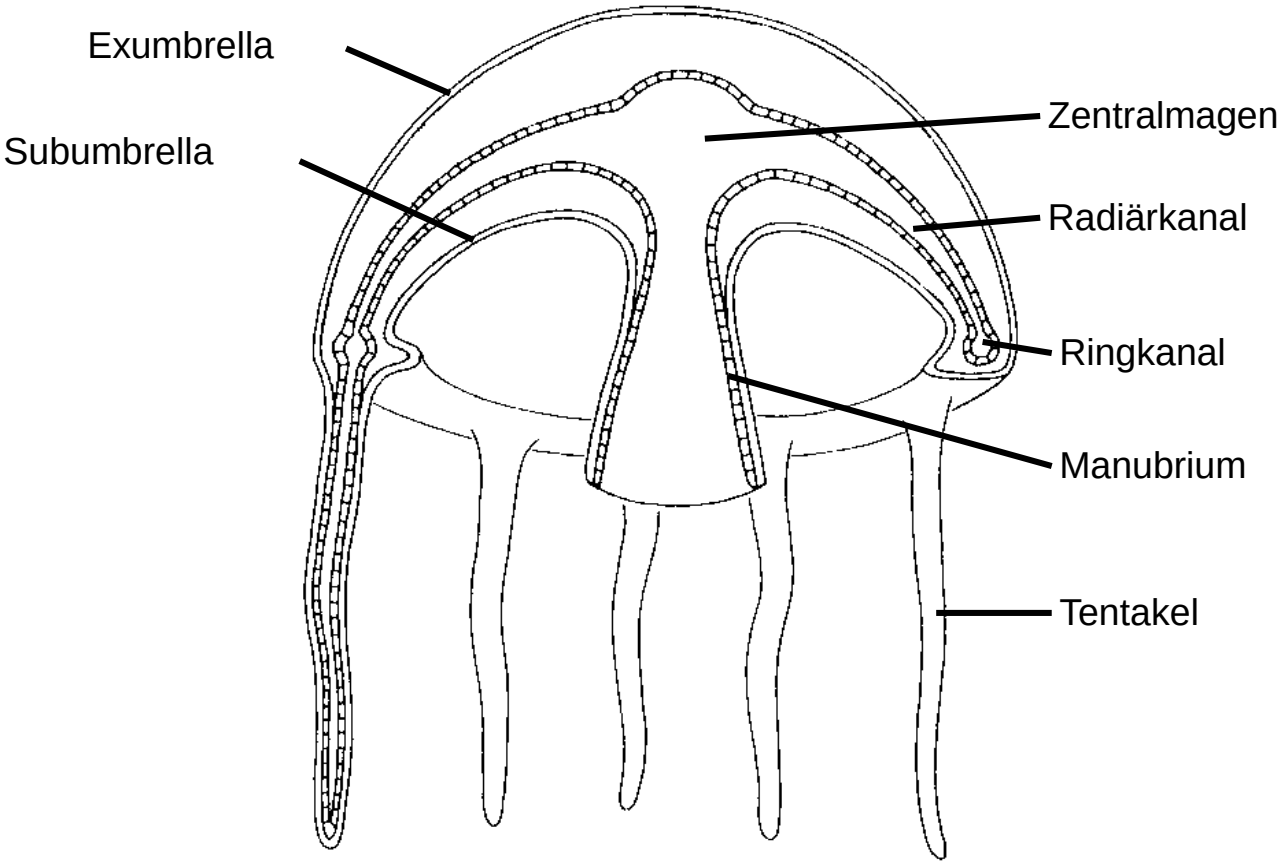
Cnidaria

- **Aufbau des Polypen**



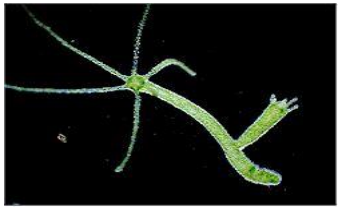
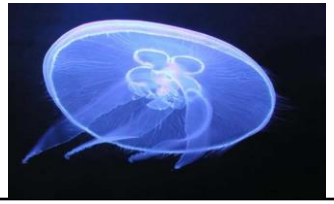
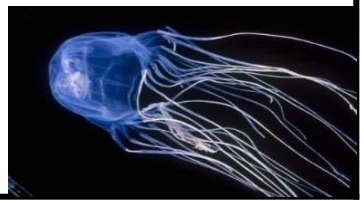
Cnidaria

- **Aufbau der Meduse**



Cnidaria

- **Überblick:**

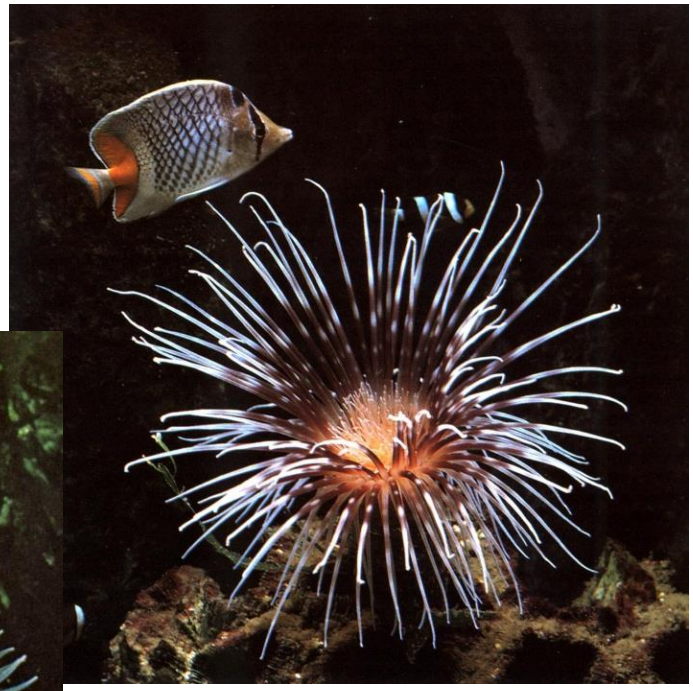
Anthozoa	
Hydrozoa	
Scyphozoa	
Cubozoa	

Cnidaria

- **Cnidaria: Anthozoa**

Cnidaria

- **Anthozoa**

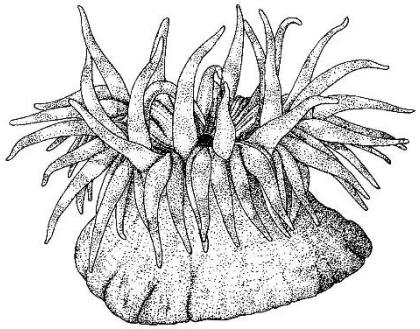


Cnidaria

- **Anthozoa**

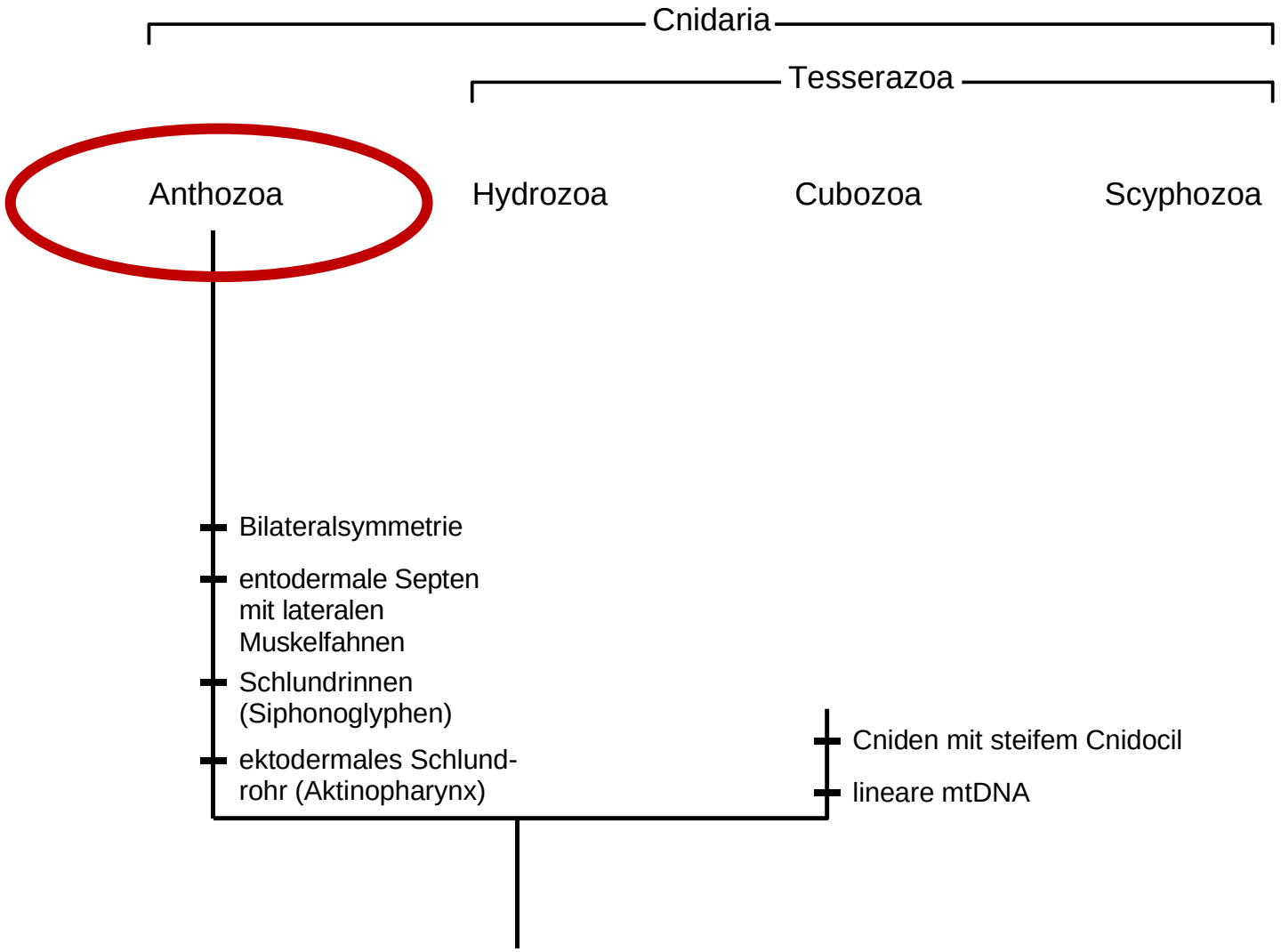
Seefedern

Seeanemonen



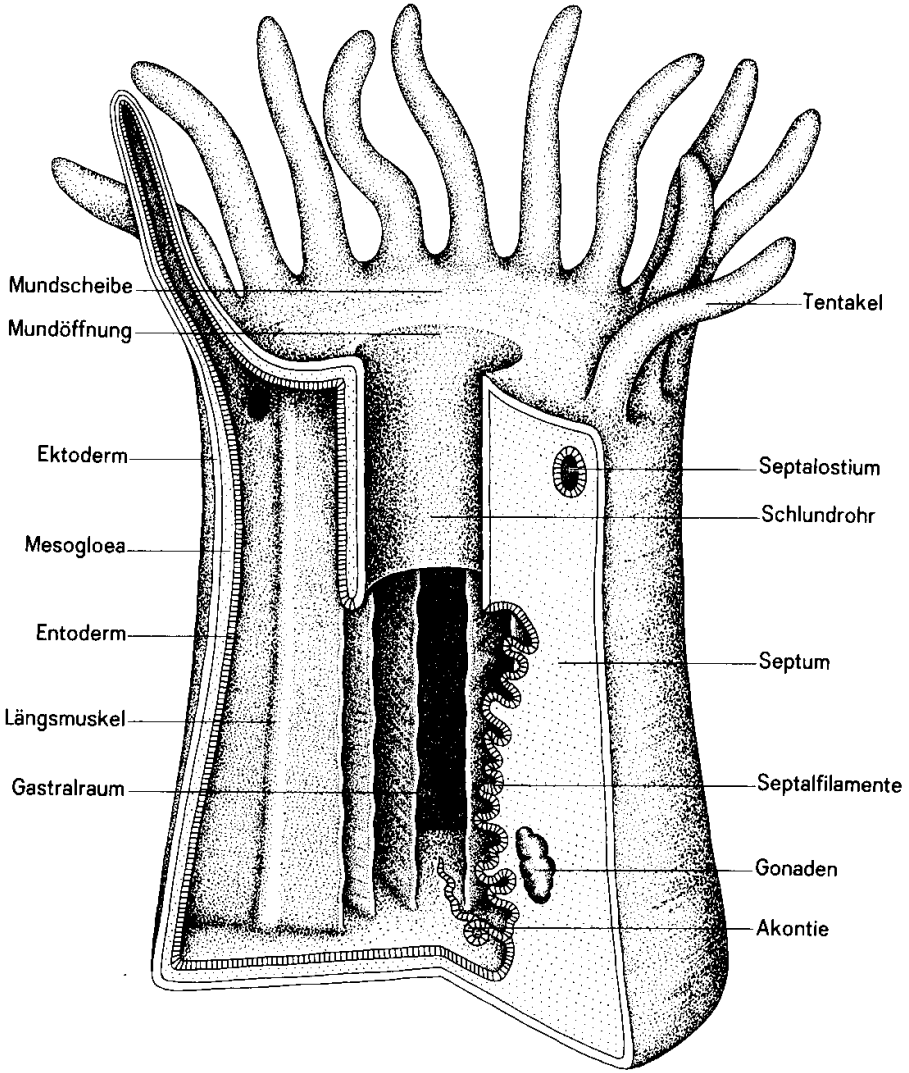
Cnidaria

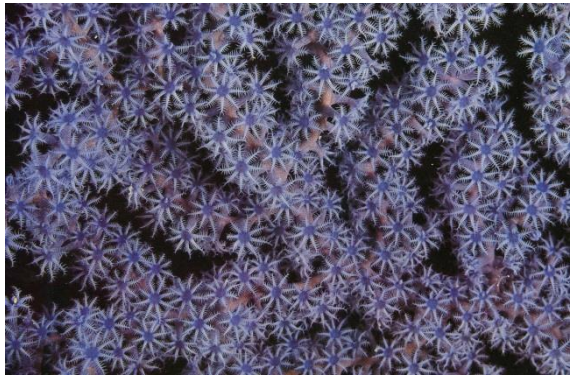
- **Autapomorphien der Anthozoa**



Cnidaria

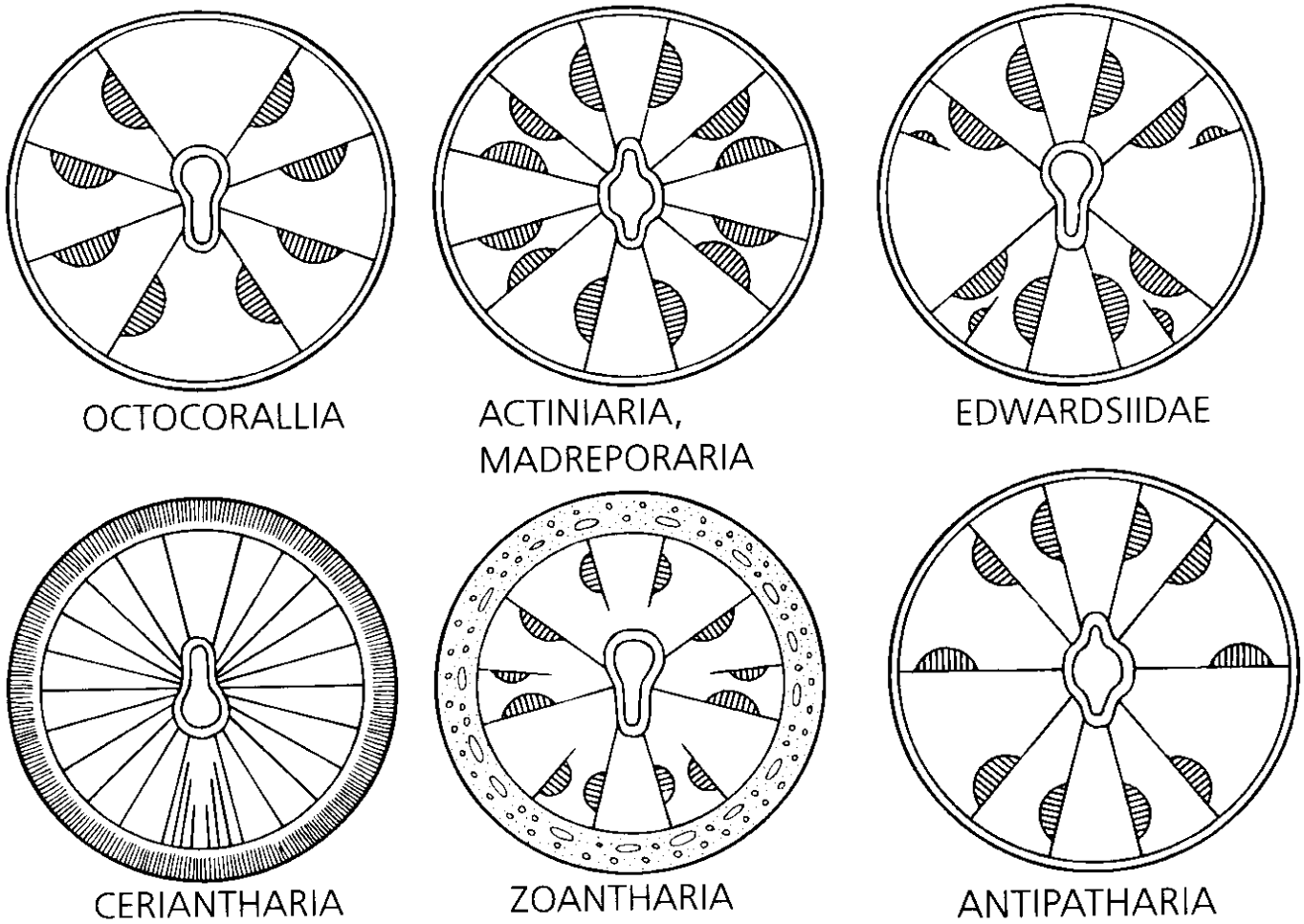
- **Anthozoa („Blumentiere“)**





Cnidaria - Anthozoa

- **Anordnung der Septen bei verschiedenen Anthozoa-Gruppen**



Cnidaria - Anthozoa

- **Hexacorallia**

mit 6 oder Vielfachen von 6 Septen und Spirocysten (zylindrische, dünnwandige Cniden mit einem spiral-förmig aufgerollten Schlauch mit Quellfaden; nach der Entladung bildet der Quellfaden ein Schleimnetz)

- Ceriantharia (Zylinderrosen)
- Actinaria (Seeanemonen)
- Madreporaria (Steinkorallen)
- Zoantharia (Krustenanemonen)
- Antipatharia (Dörnchenkorallen)

Cnidaria - Anthozoa

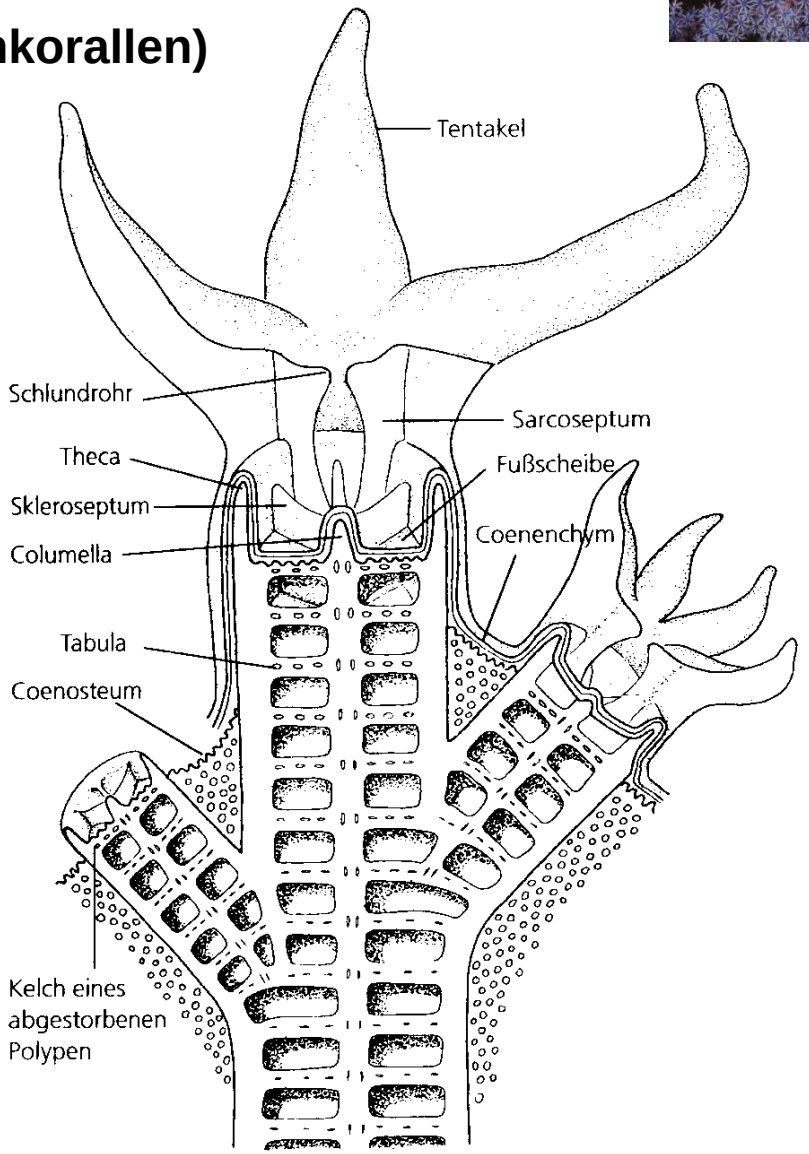
- **Octocorallia**

koloniebildende Anthozoa mit 8 Septen und 8 gefiederten Tentakeln

- Stolonifera
- Helioporida (Blaue Korallen)
- Alcyonaria (Lederkorallen)
- Gorgonaria (Hornkorallen)
- Pennatularia (Seefedern)

Anthozoa

- **Skelettbau der Madreporaria (Steinkorallen)**



Anthozoa - Steinkorallen

- **Riffbildung der Madreporaria**

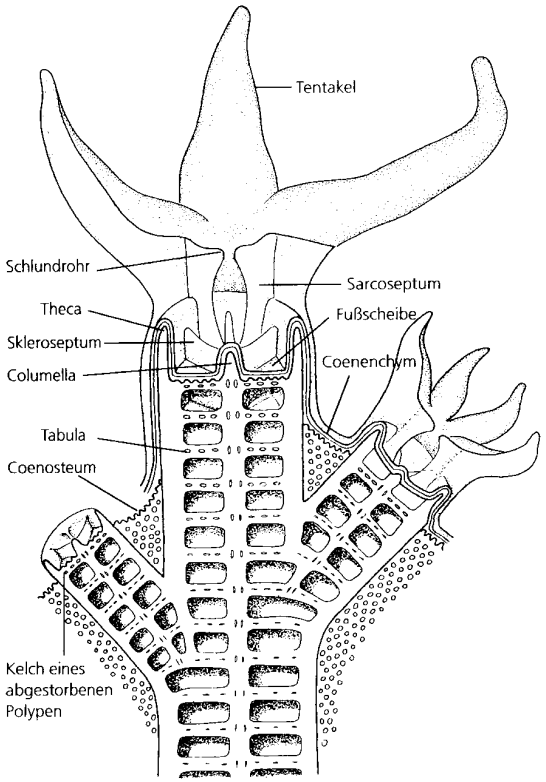
Kalkabscheidung aus gelöstem $Ca(HCO_3)_2$:

(1) $Ca^{2+} + 2\ HCO_3^- = CaCO_3 \downarrow + H_2CO_3$

(2) $H_2CO_3 \Leftrightarrow H_2O + CO_2$

durch Carboanhydrase des Polypen katalysiert

Symbiontische Zooxanthellen (Dinoflagellaten)
($10^6/cm^2$ Polyp) entziehen dem
Gleichgewicht CO_2, $\Rightarrow$ $CaCO_3$ fällt aus



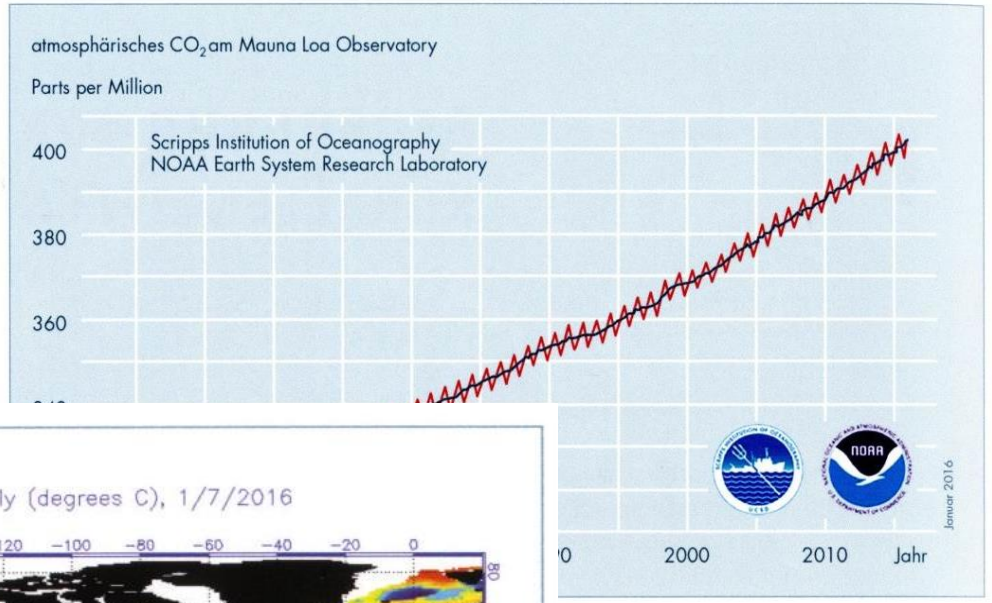
Wesentliche Faktoren für Riffbildung:

- Wassertemperatur über 20°C
- Licht (wichtig für photoautotrophe Zooxanthellen),
  daher Korallen kaum tiefer als 40 m
- ausreichendes Sauerstoffangebot ,

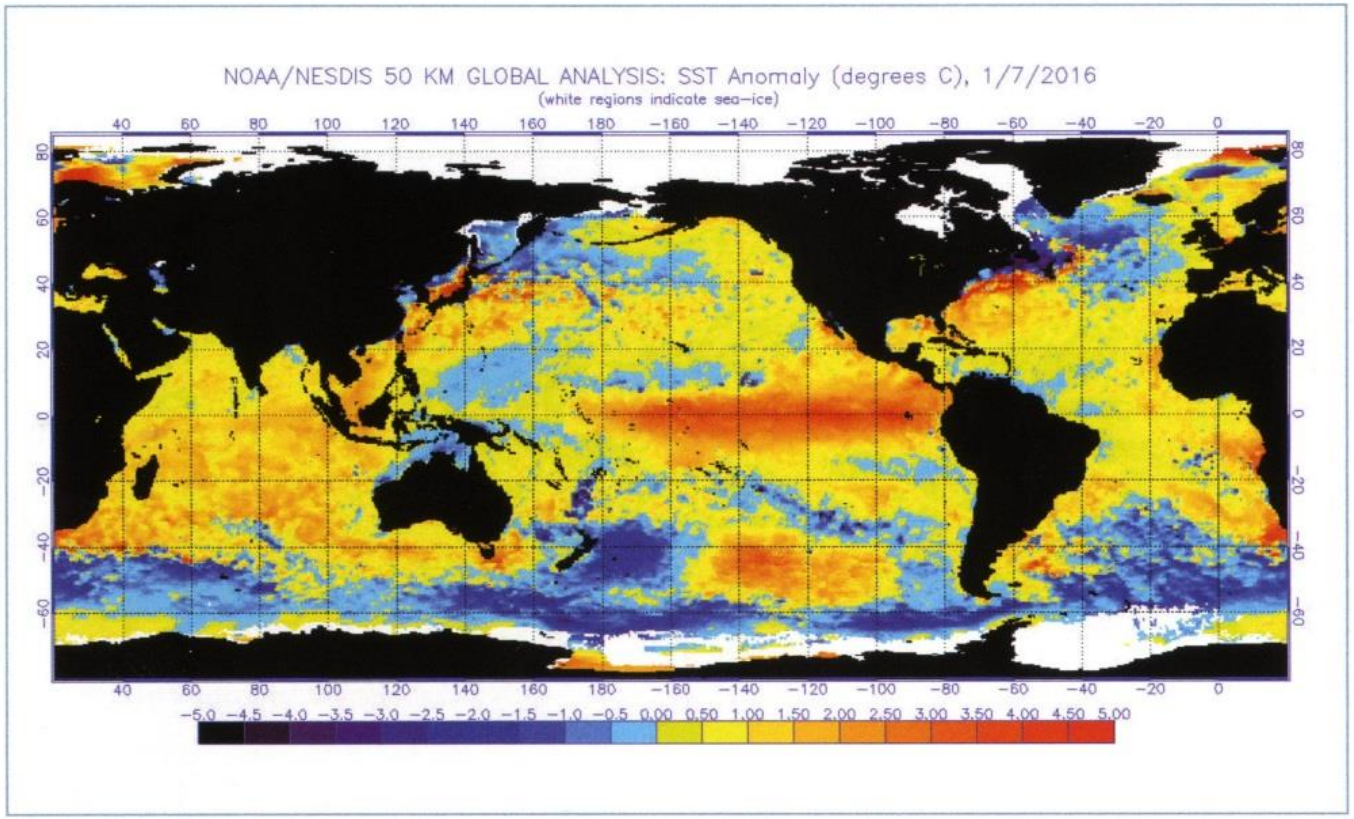
$\Rightarrow$ Riffe wachsen meerwärts
sterben zur Küste hin wegen Sauerstoffmangel ab

Riffe und Korallen im Anthropozän – der MenschenZeit

- **Anstieg CO_2 in der Atmosphäre**

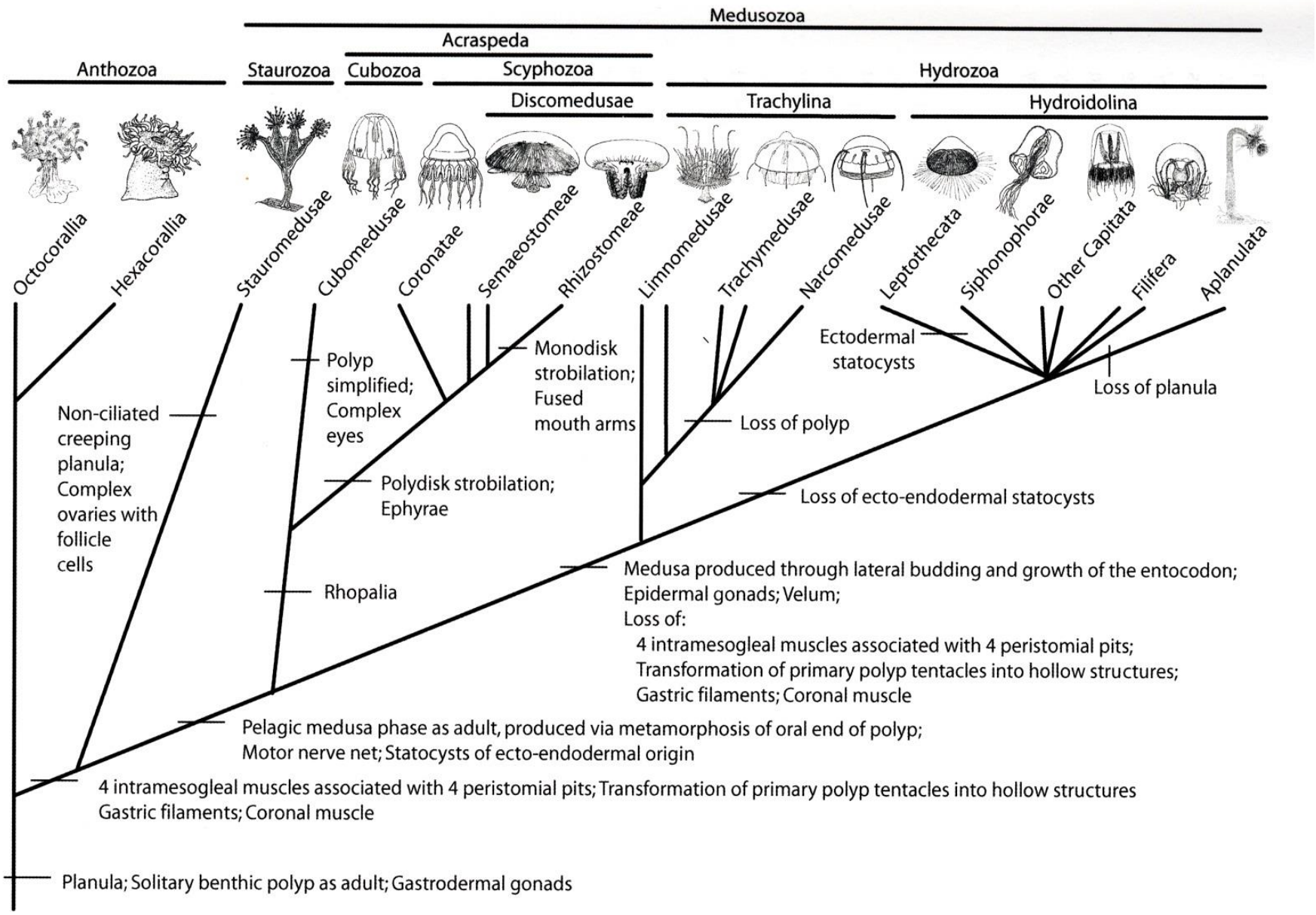


- **Veränderung der Wassertemperatur**



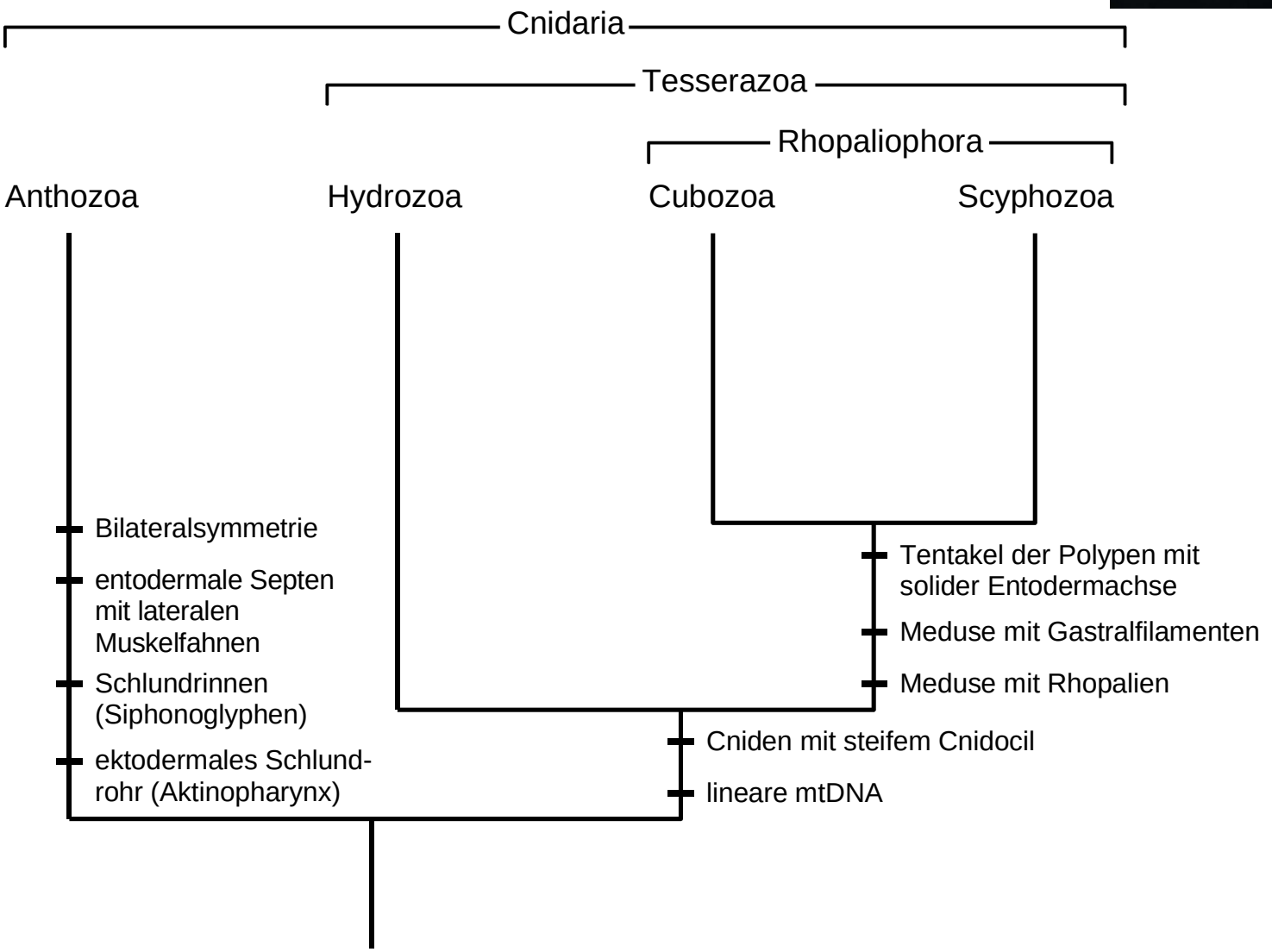
Karte mit Veränderung der Wassertemperatur an der Oberfläche der Ozeane. Gut sichtbar sind die rot-orange gekennzeichneten Veränderungen im Bereich des Zentralpazifik sowie die fast durchgängig gelb-orange Kennzeichnung des Indischen Ozeans. Die ungewöhnlich kalten (blauen) Bereiche liegen in erster Linie rund um die Antarktis und sind die Folge abschmelzender Eismassen.

Systematik der Cnidaria und ihre wichtigsten Merkmale



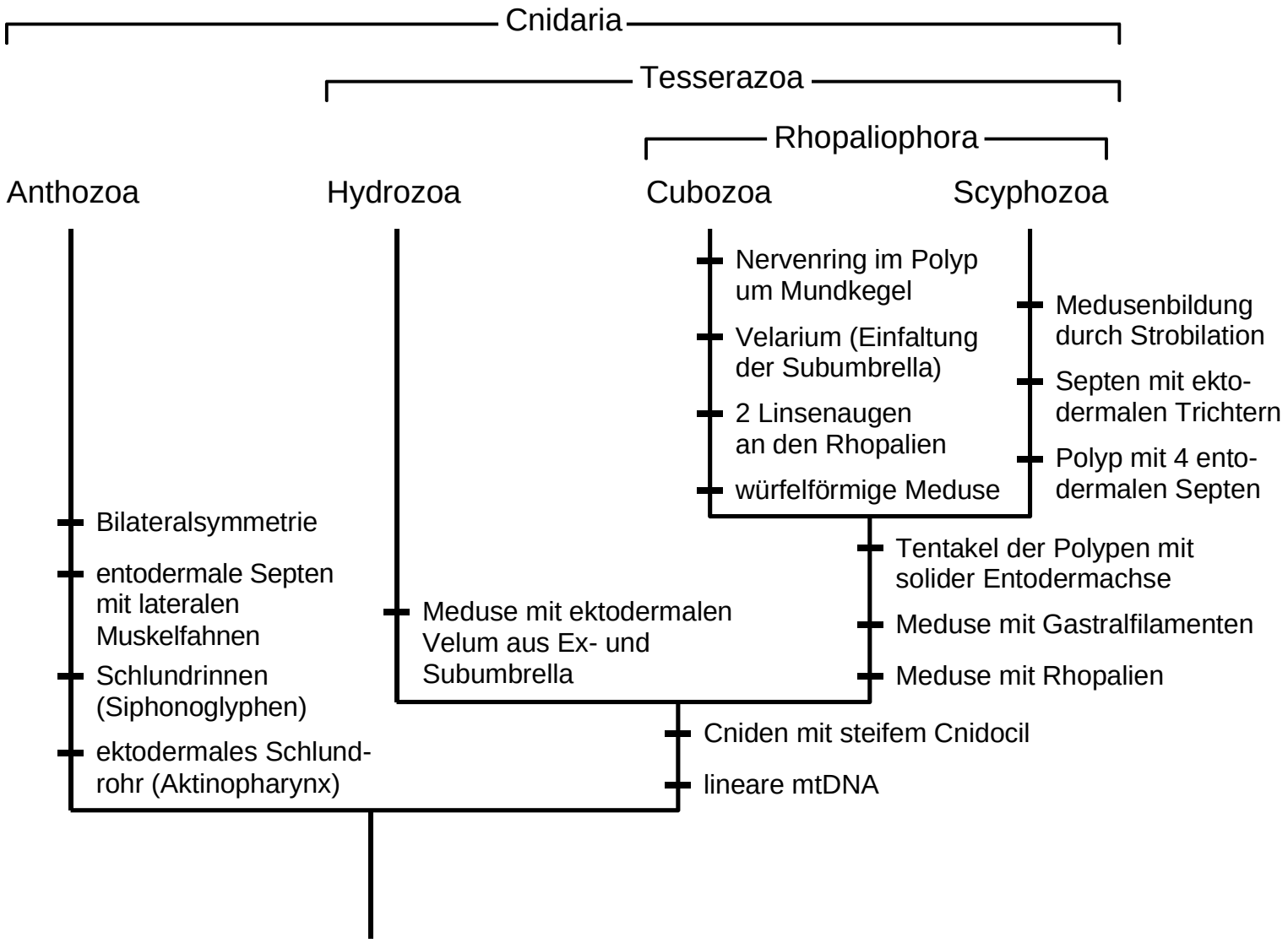
Cnidaria

- **Autapomorphien der Anthozoa im Vergleich**



Cnidaria

- **Apomorphien innerhalb der Cnidaria**

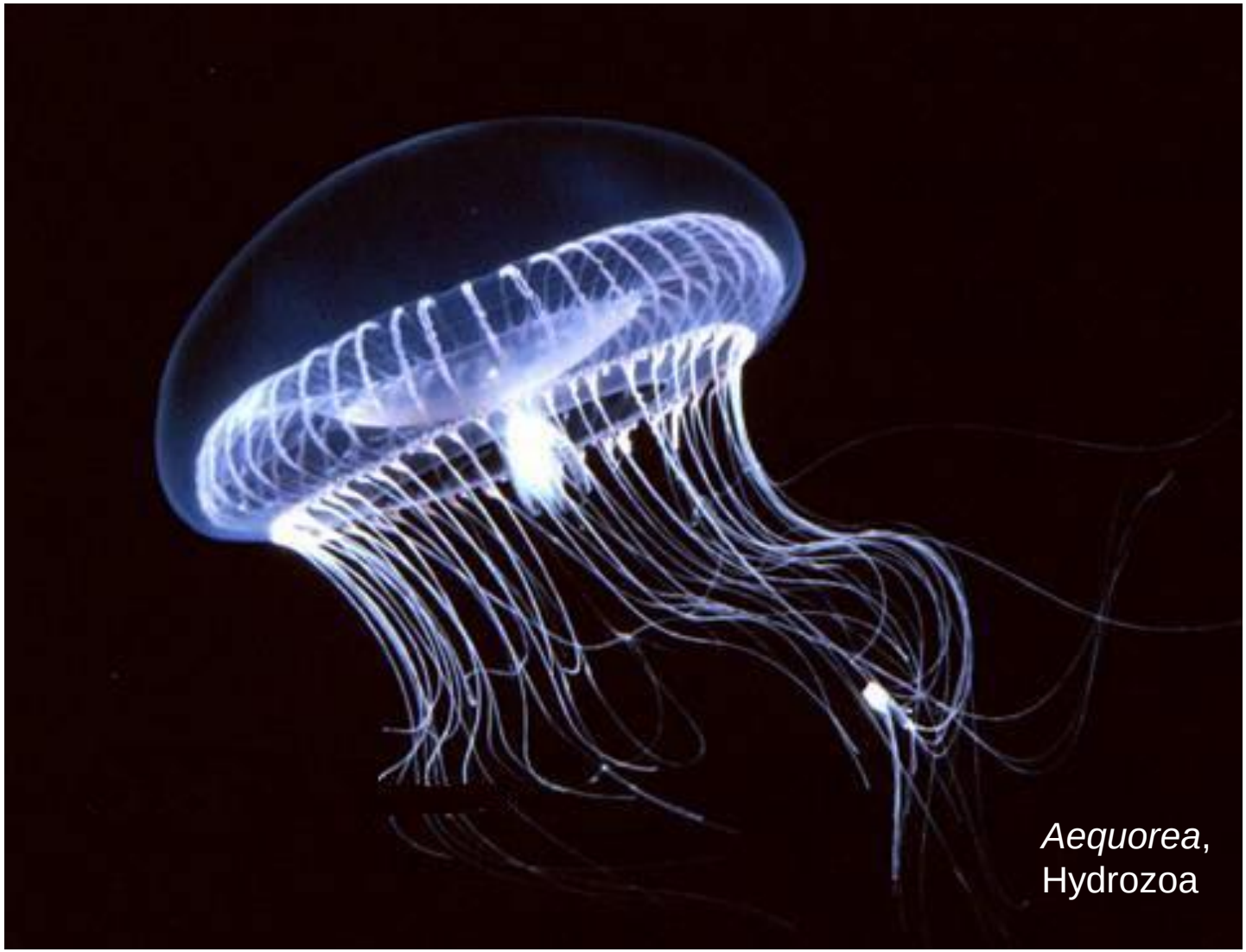


Cnidaria

- **Systematisch bedeutsame Merkmale der Cnidaria**

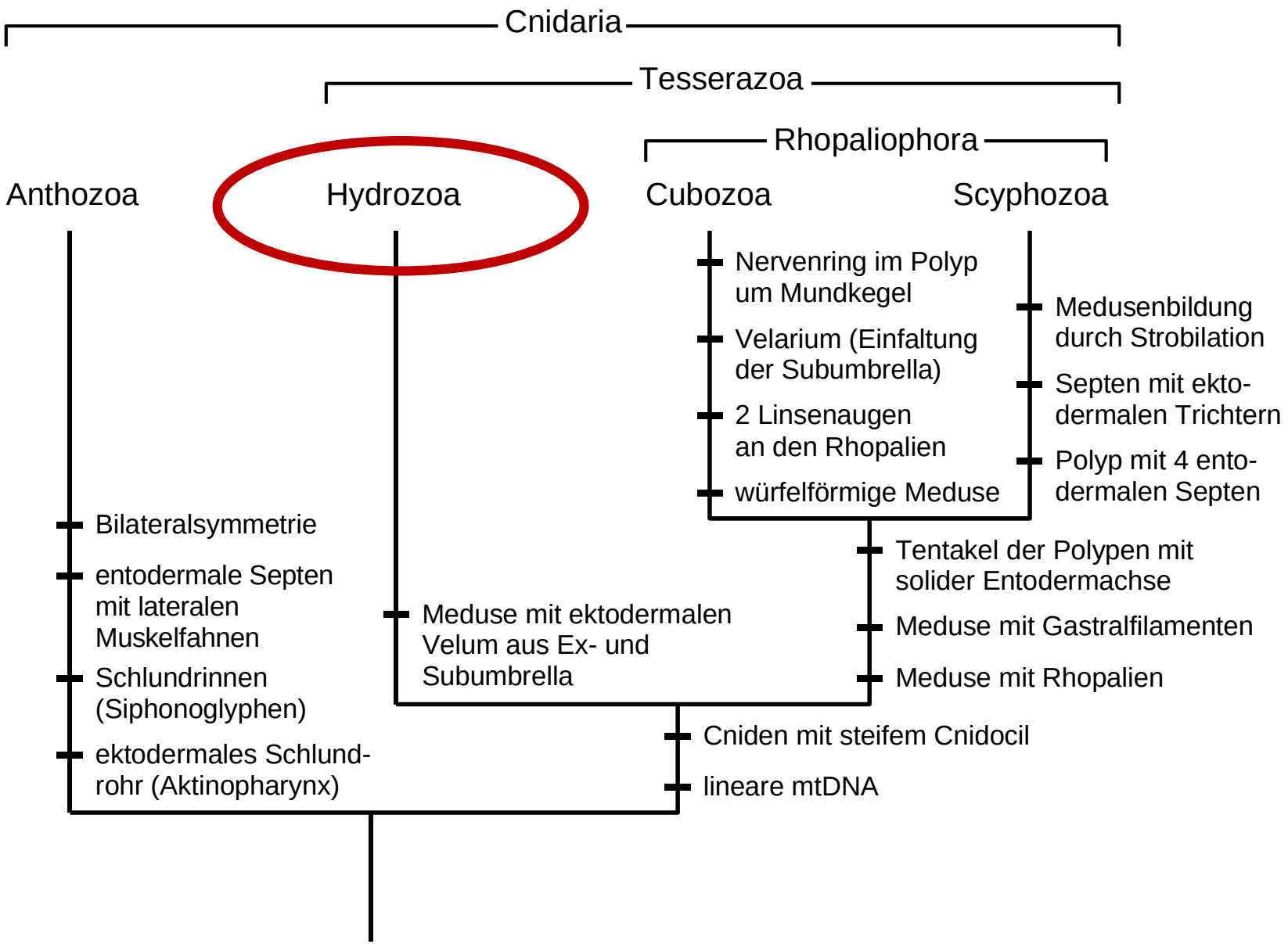
	Anthozoa	Hydrozoa	Cubozoa	Scyphozoa
mitochondrielle DNA	zirkulär	linear	linear	linear
Cniden	mit beweglicher Cilie	mit steifen Cnidocil	mit steifen Cnidocil	mit steifen Cnidocil
ektodermales Schlundrohr	+	-	-	-
Tentakel	hohl	(meist) hohl	solide	solide
Gastralraum	mit 8 oder 6xn Septen	ohne Septen	ohne Septen	mit 4 Septen
Medusenbildung	-	seitliche Knospung	vollständige Umwandlung	Strobilation, Ephyra
Meduse	-	ohne Gastral-filamente	mit Gastral-filamenten	mit Gastral-filamenten
Rhopalien an Meduse	-	-	+; mit 2 Linsenaugen	+; ohne Linsenaugen
Meduse	-	mit Velum aus Ex- und Subumbrella	würfelförmig; mit Velarium aus Subumbrella	ohne Verengung

Cnidaria - Hydrozoa



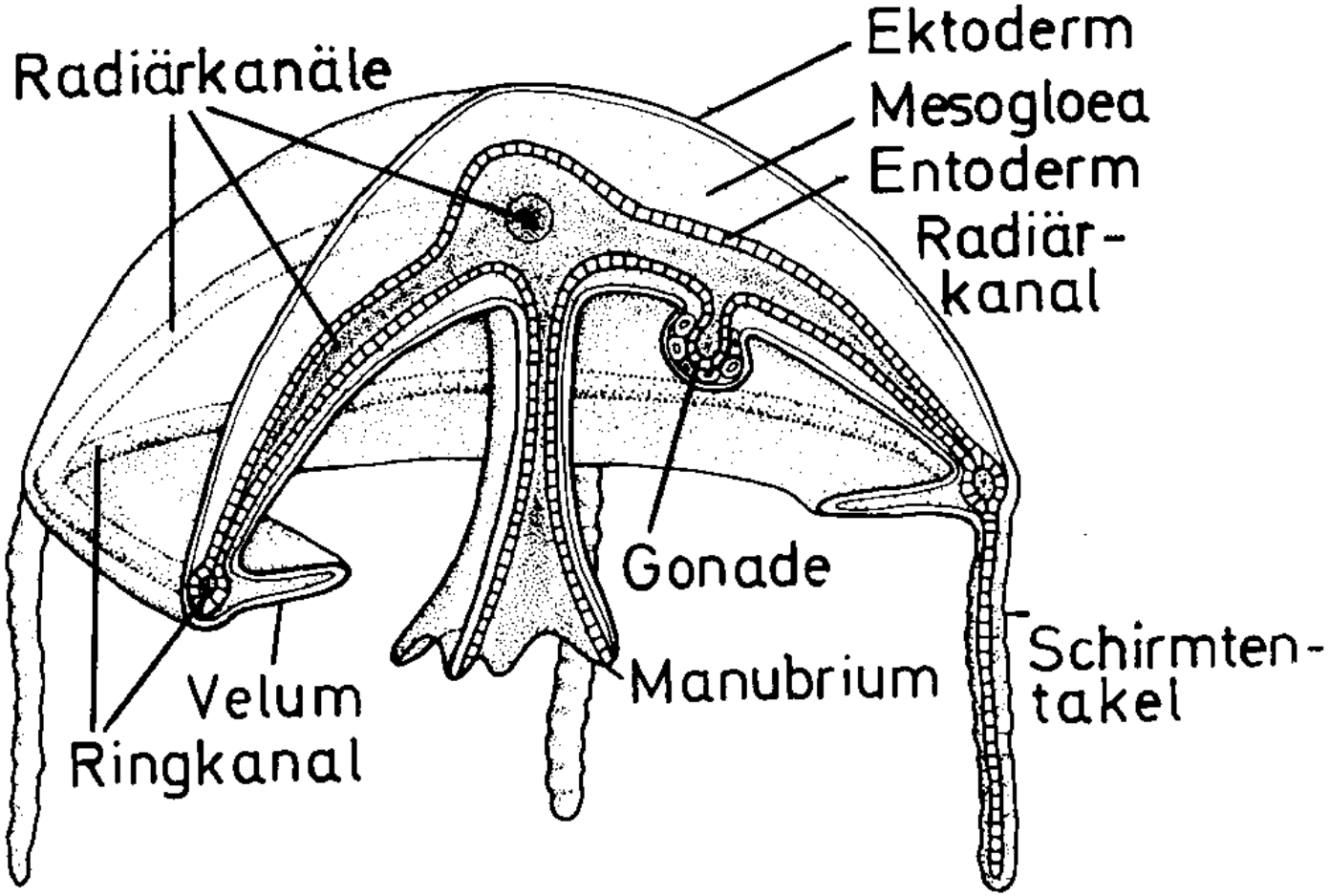
Aequorea, Hydrozoa

Cnidaria


Cnidaria
Tesserazoa
Rhopaliophora
Anthozoa
Hydrozoa
Cubozoa
Scyphozoa
Nervenring im Polyp um Mundkegel
Velarium (Einfaltung der Subumbrella)
2 Linsenaugen an den Rhopalien
würfelförmige Meduse
Medusenbildung durch Strobilation
Septen mit ekto-dermalen Trichtern
Polyp mit 4 ento-dermalen Septen
Bilateralsymmetrie
entodermale Septen mit lateralen Muskelfahnen
Schlundrinnen (Siphonoglyphen)
ektodermales Schlund-rohr (Aktinopharynx)
Meduse mit ektodermalen Velum aus Ex- und Subumbrella
Tentakel der Polypen mit solider Entodermachse
Meduse mit Gastralfilamenten
Meduse mit Rhopalien
Cniden mit steifem Cnidocil
lineare mtDNA

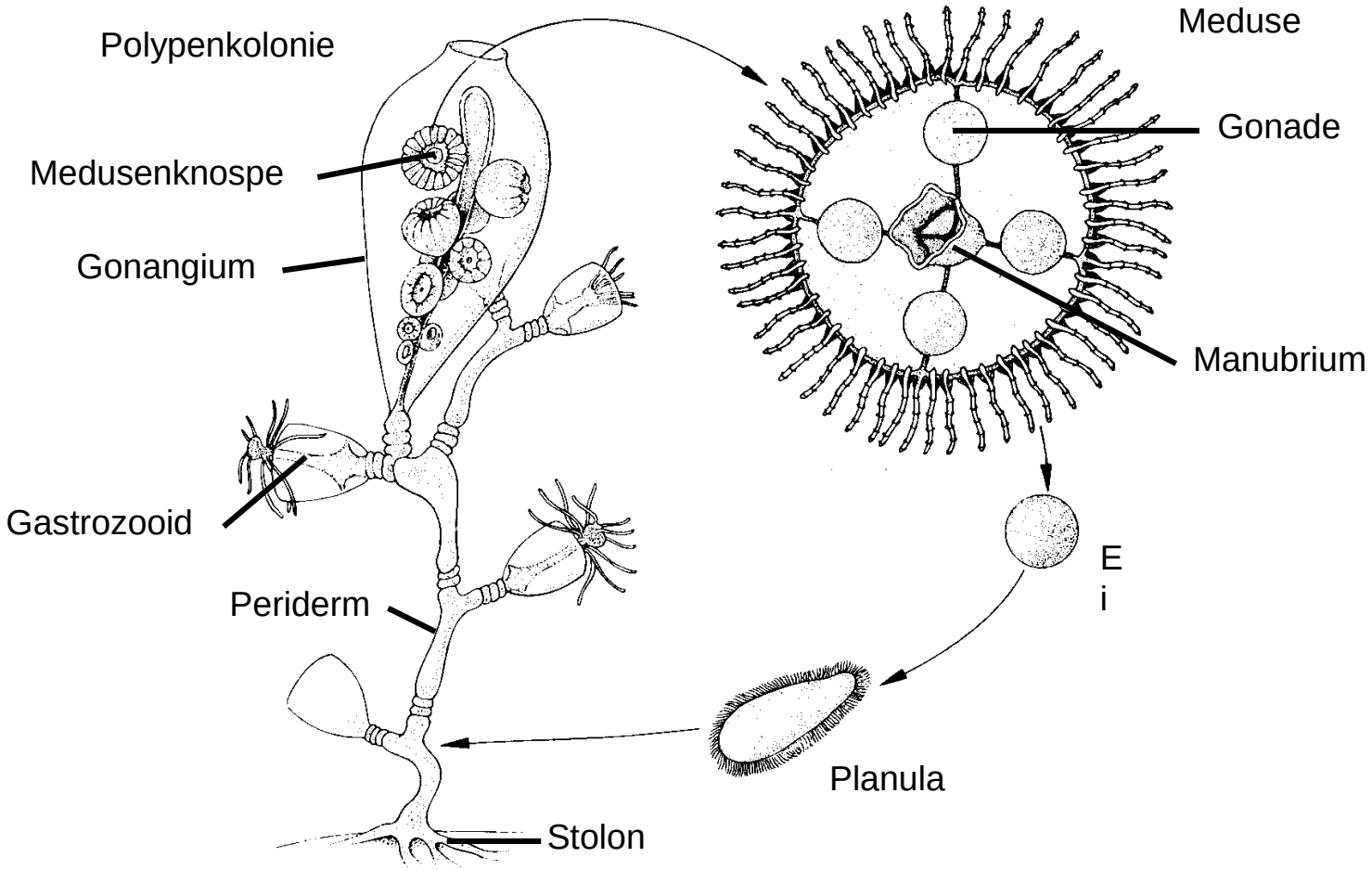
Cnidaria

- **Hydrozoa**



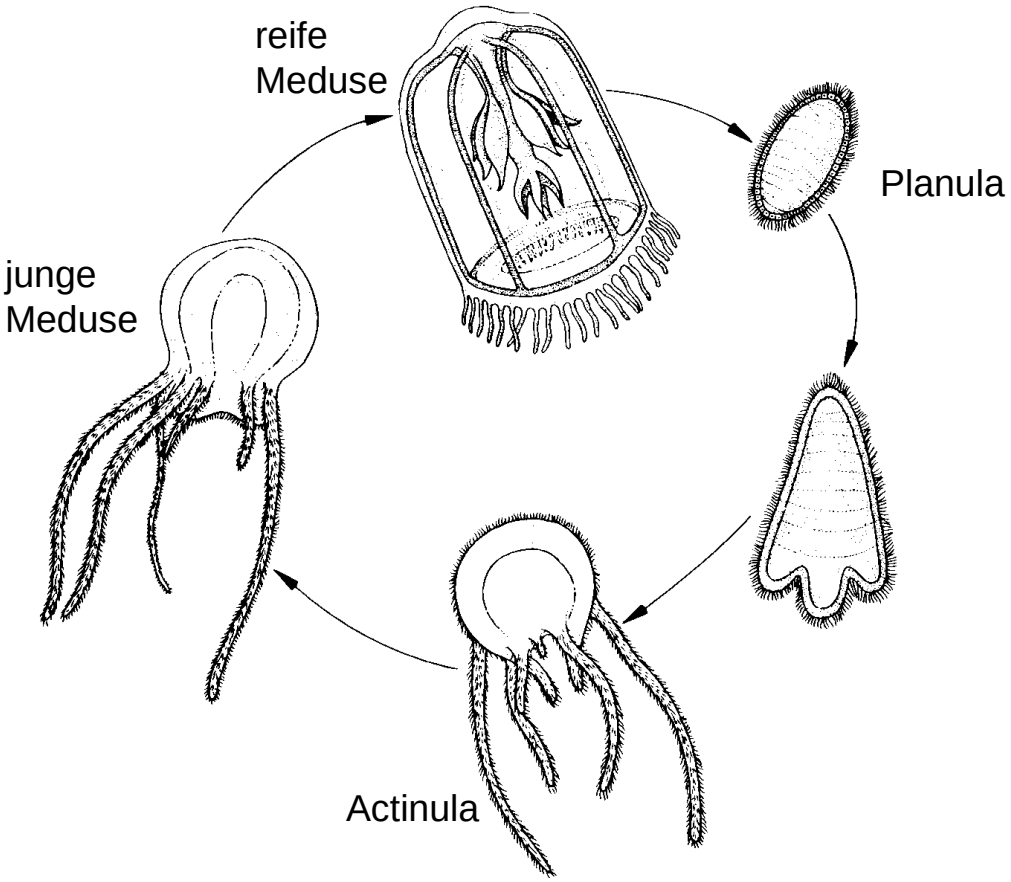
Hydrozoa

- **Lebenszyklus von *Laomedea* (Hydrozoa)**



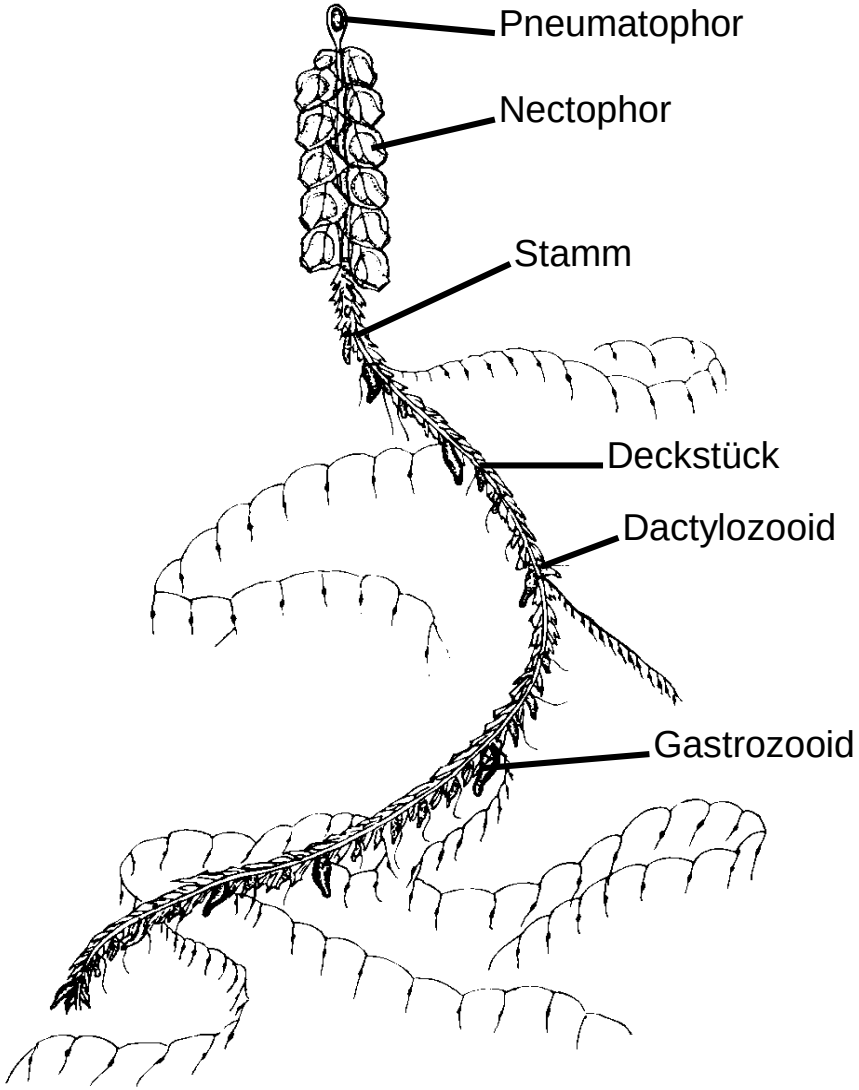
Hydrozoa

- **Lebenszyklus von *Aglaura* (Hydrozoa: Trachylida)**



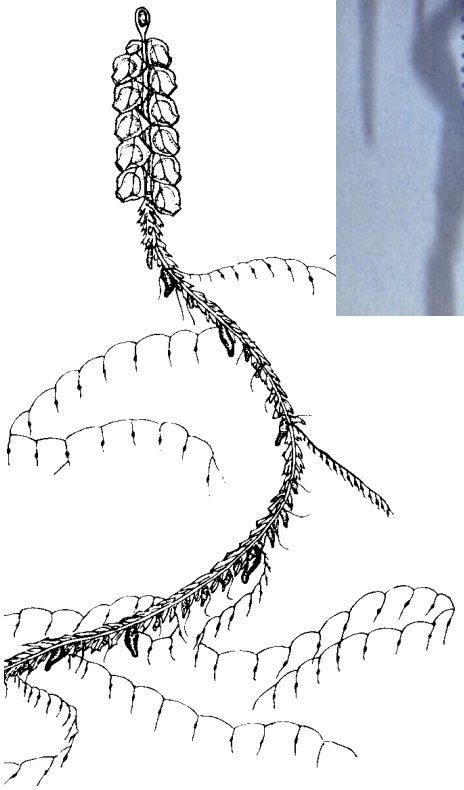
Hydrozoa

- **Siphonophora**



Staatsquallen als Höhepunkt der Evolution

- **Tentakeln & gasgefüllter Schwimmkörper**

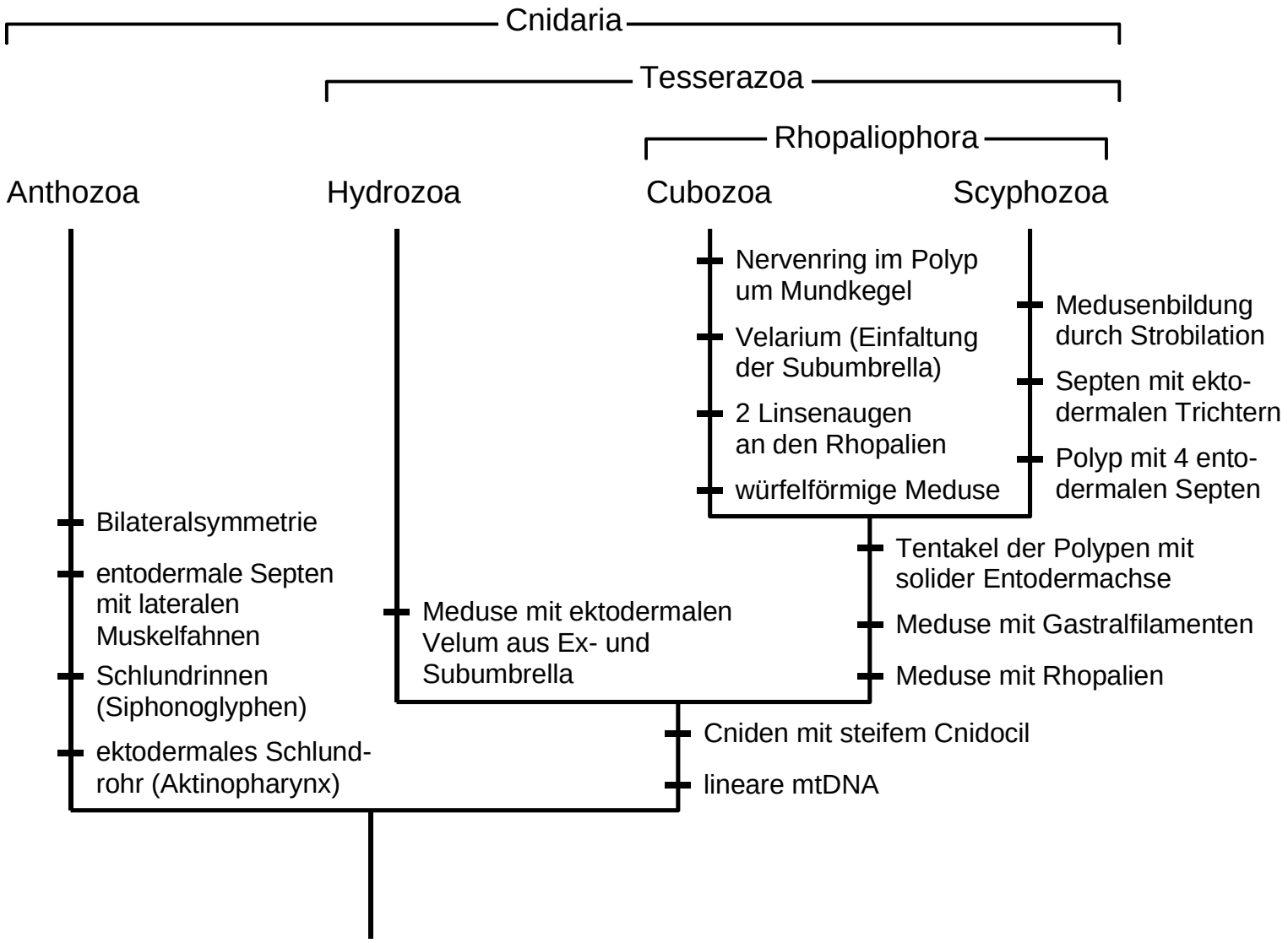


- **E.O. Wilson: einer von vier Höhepunkten sozialer Evolution**
  (eu-soziale Insekten, soziale Säuger & wir)

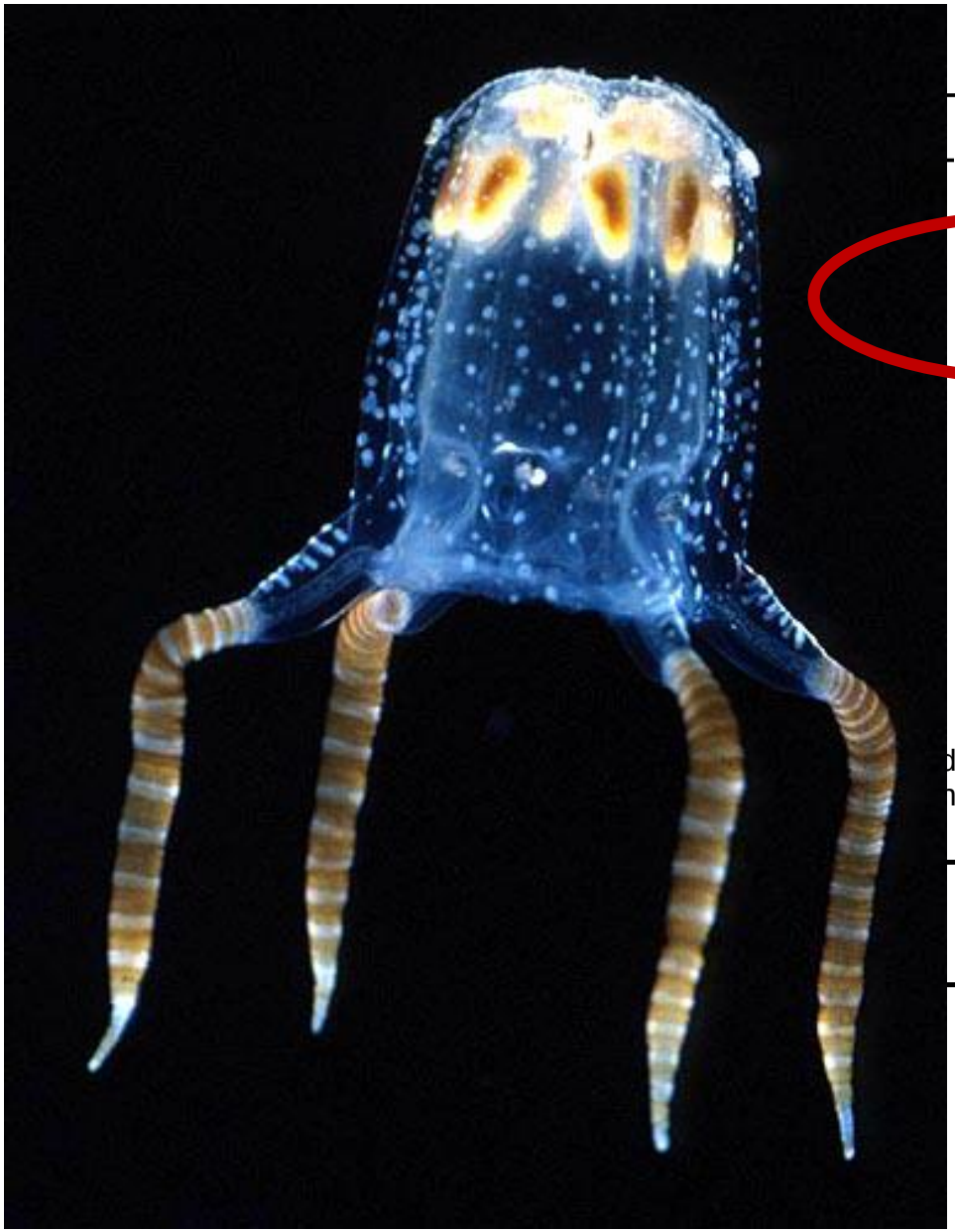
- **Kolonie = genetisch identischer Klon … oder einzelnes Individuum ?**

Cnidaria

- **Apomorphien innerhalb der Cnidaria**



Cnidaria



Tesserazoa

Rhopaliophora

Cubozoa

Scyphozoa

- Nervenring im Polyp um Mundkegel
- Velarium (Einfaltung der Subumbrella)
- 2 Linsenaugen an den Rhopalien
- würfelförmige Meduse

- Medusenbildung durch Strobilation
- Septen mit ekto-dermalen Trichtern
- Polyp mit 4 ento-dermalen Septen

- Tentakel der Polypen mit solider Entodermachse
- Meduse mit Gastralfilamenten
- Meduse mit Rhopalien

dermalen
nd

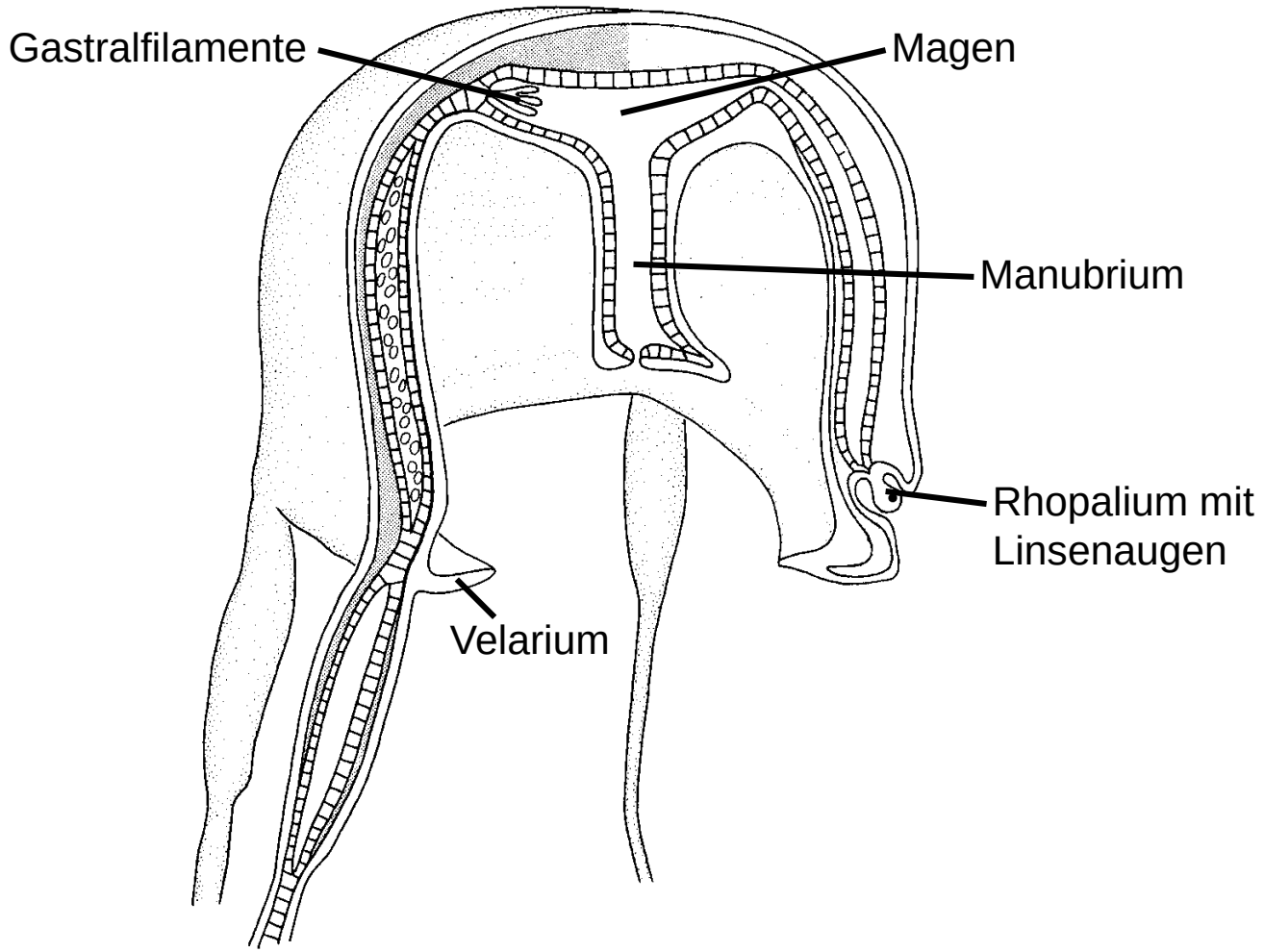
- Cniden mit steifem Cnidocil
- lineare mtDNA

Würfelquallen in Australien

- **Cnidaria: Cubozoa**

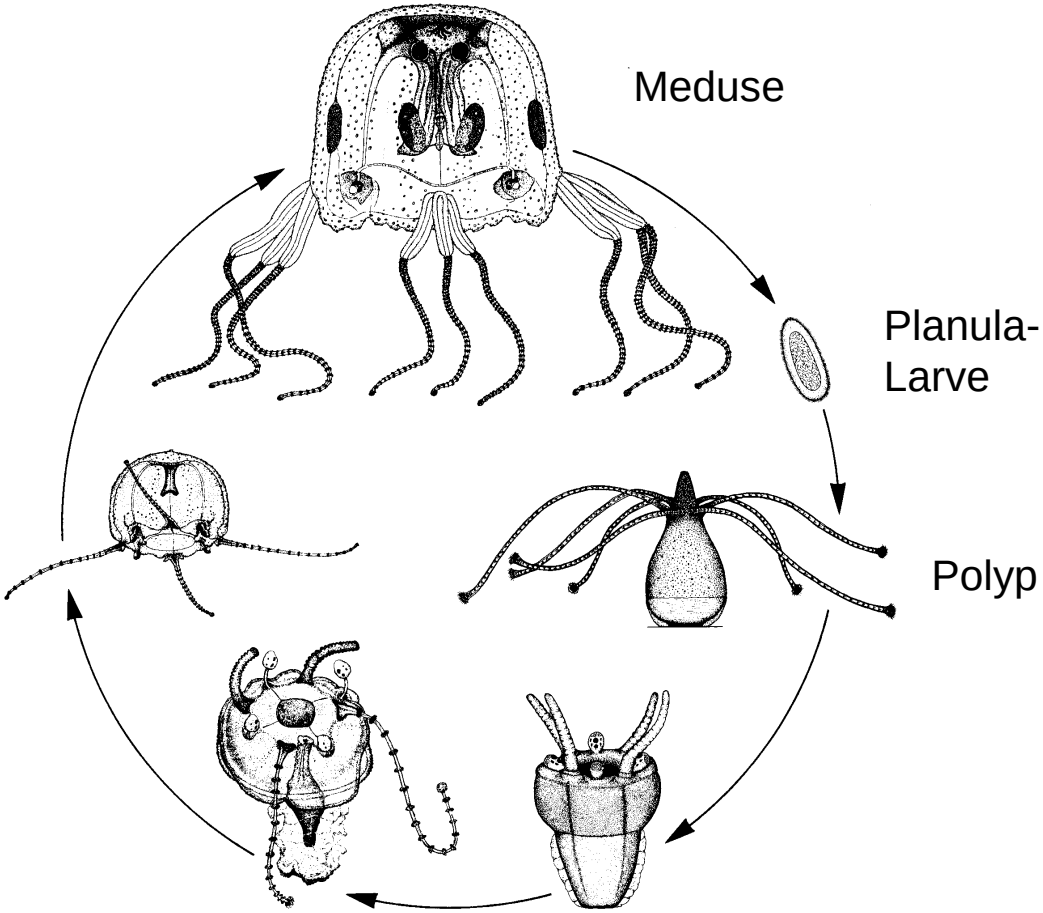
- **Cubozoa**

Meduse der Cubozoa

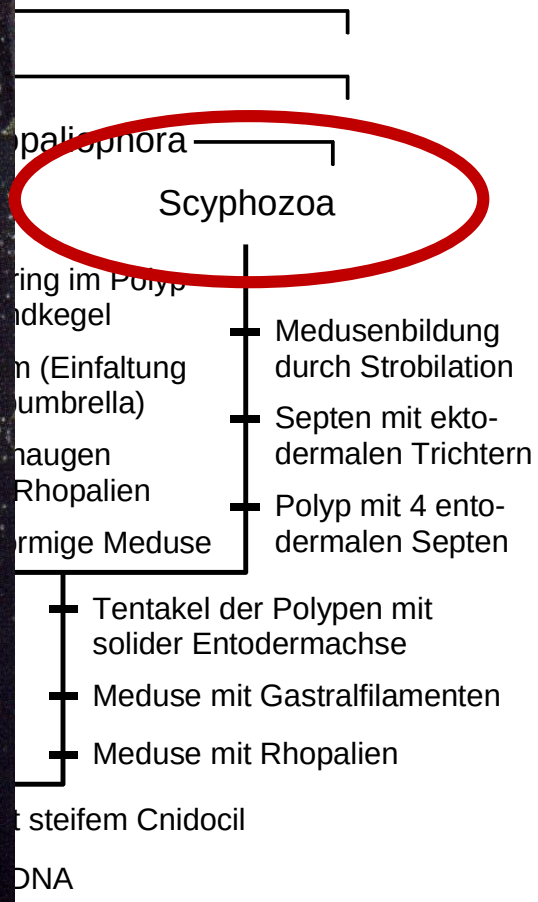


- **Cubozoa**

Lebenszyklus der Cubozoa



Cnidaria


Scyphozoa
Medusenbildung durch Strobilation
Septen mit ekto-dermalen Trichtern
Polyp mit 4 ento-dermalen Septen
Tentakel der Polypen mit solider Entodermachse
Meduse mit Gastralfilamenten
Meduse mit Rhopalien

Quallen

- **Cnidaria: Scyphozoa**

Cnidaria

- **Scyphozoa**

Cnidaria

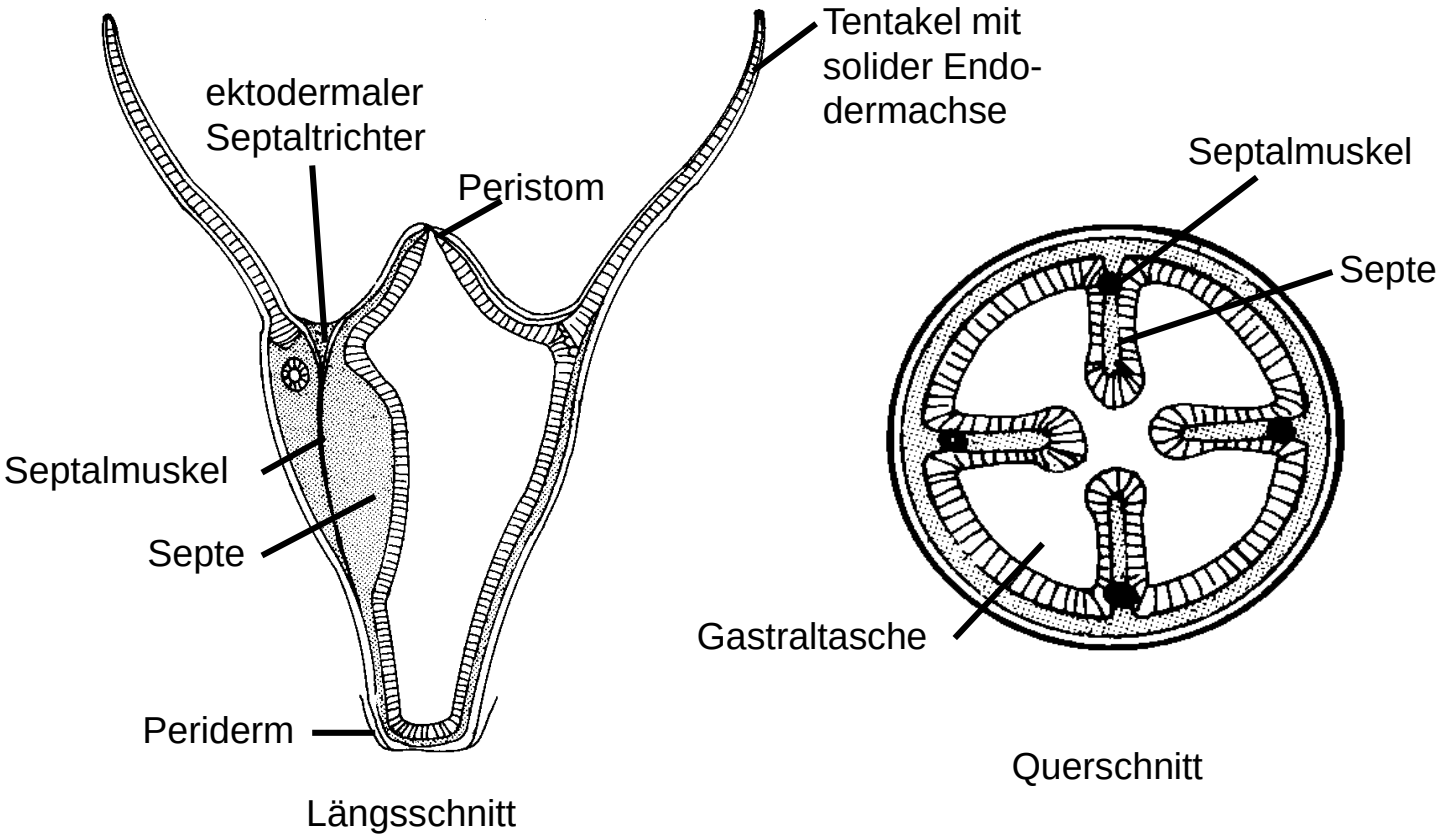
- **Scyphozoa**

Cnidaria

- **Scyphozoa**

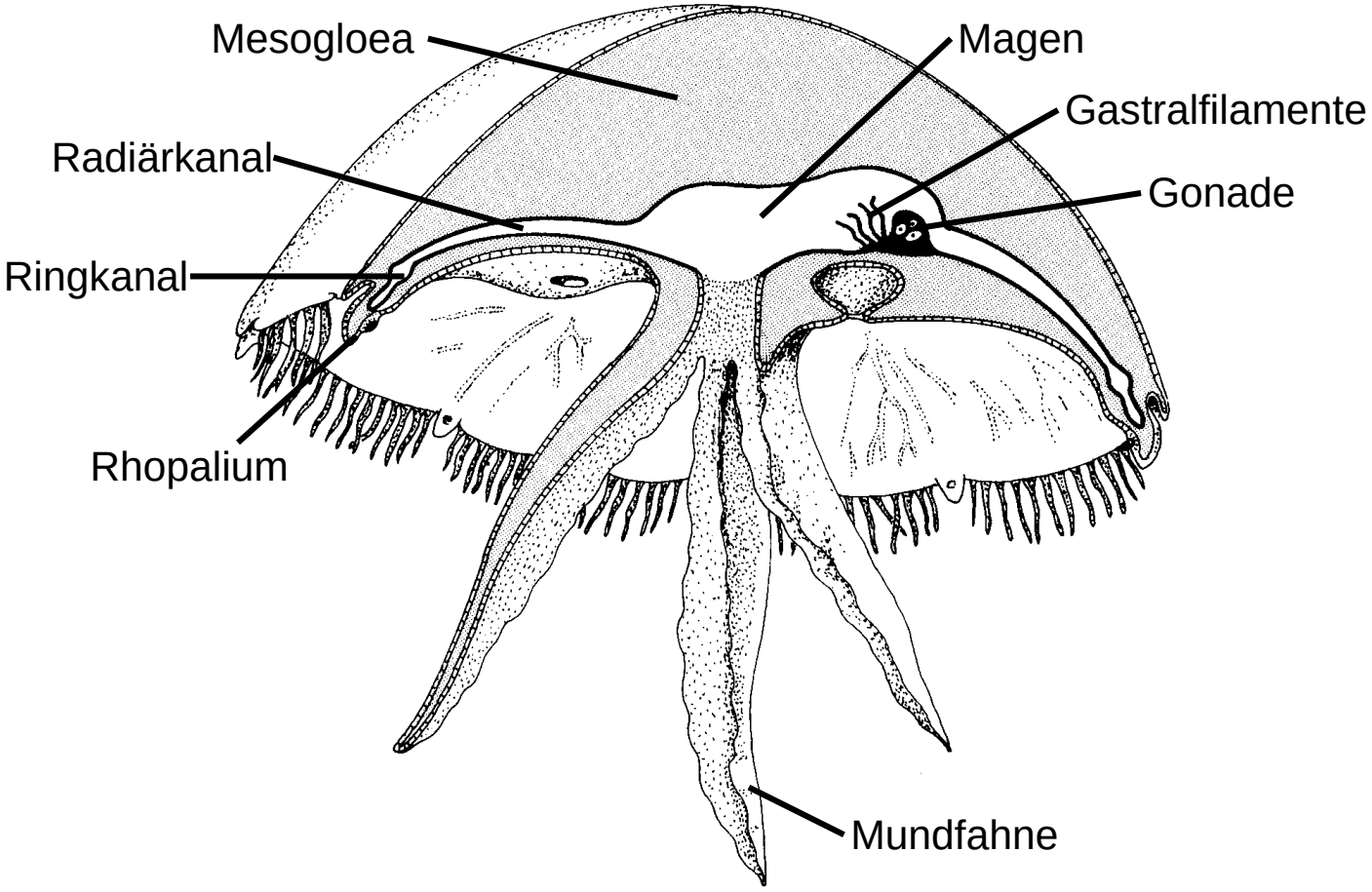
- **Polyp der Scyphozoa**

Polyp der Scyphozoa

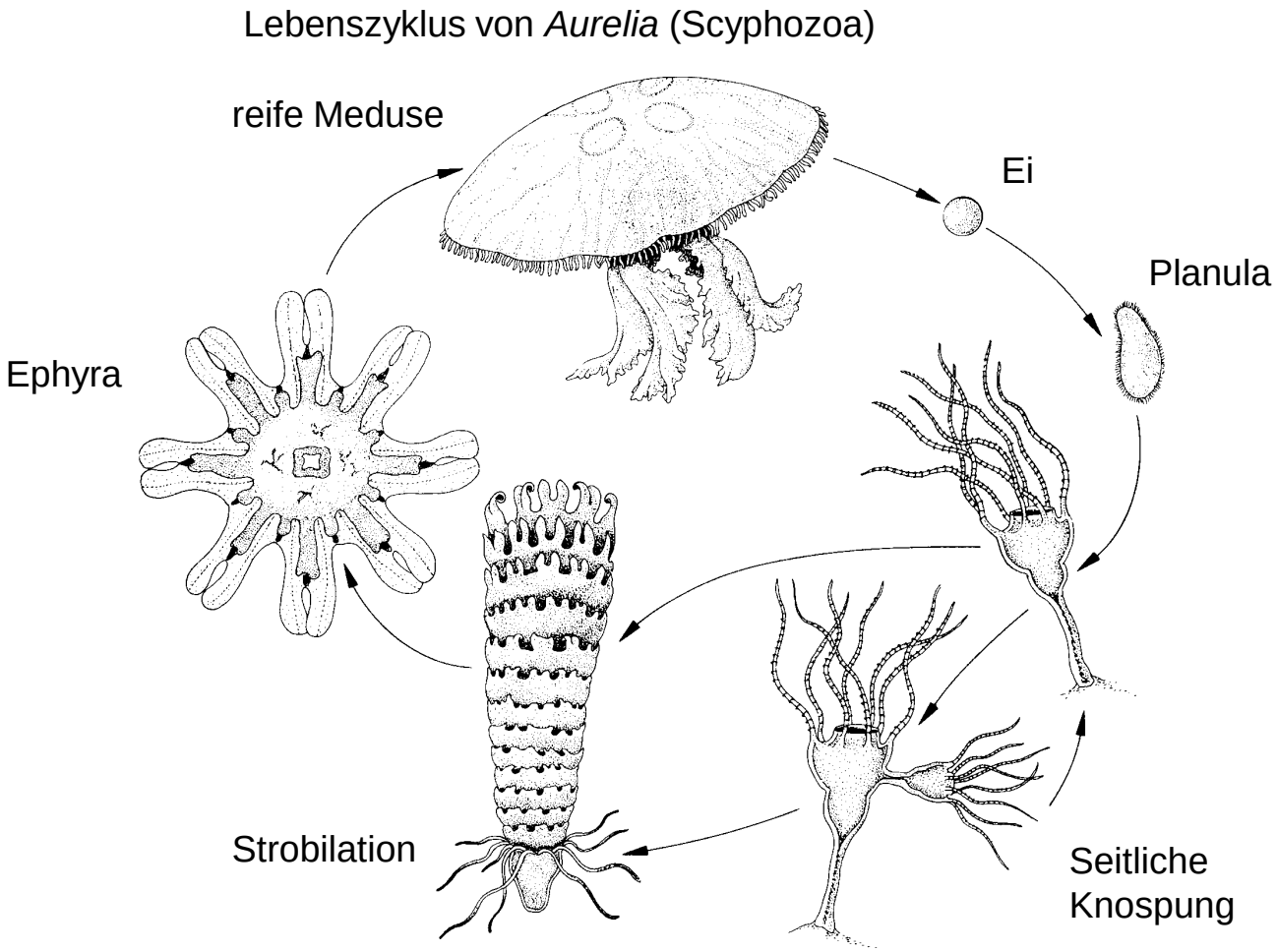


- **Scyphozoa**

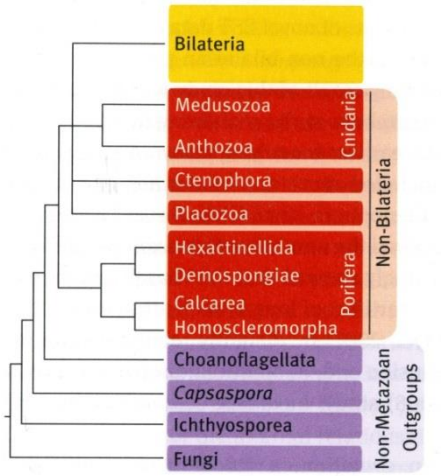
Meduse der Scyphozoa



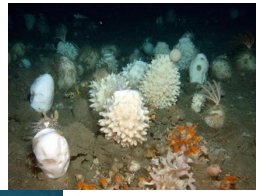
- **Scyphozoa: Lebenszyklus von *Aurelia***



Das System der Metazoa - zur Stellung der basalen Gruppen



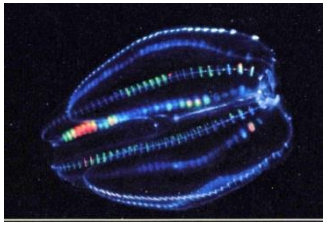
Porifera (Schwämme)



Placozoa

Cnidaria (Nesseltiere)

Ctenophora (Rippenquallen)



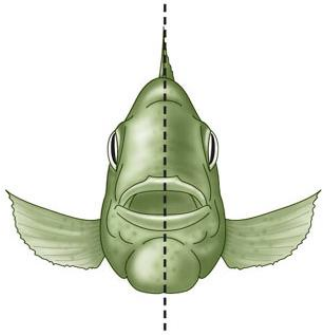
Bilateria

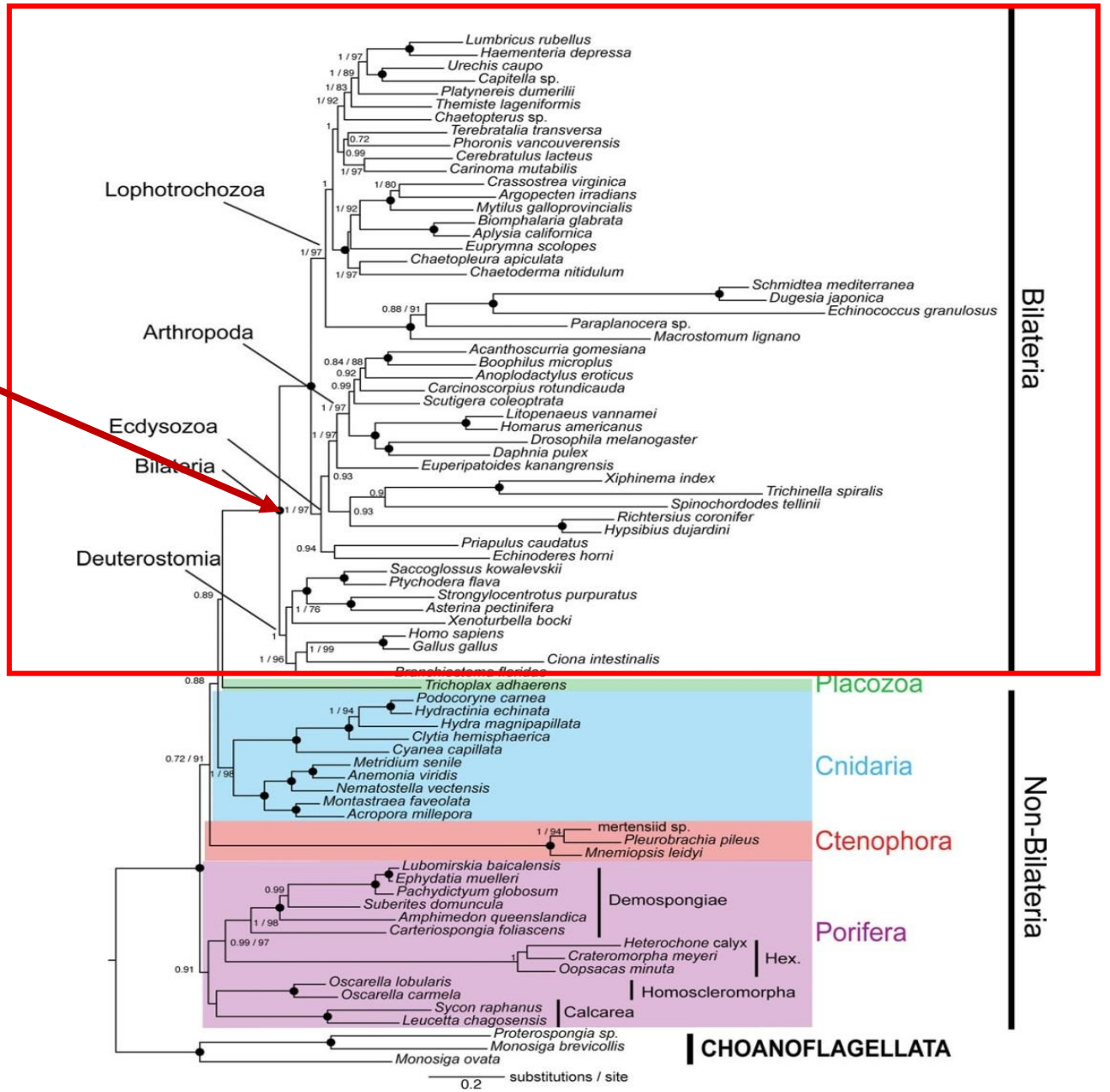
Autapomorphien **Metazoa**:
- Vielzelligkeit
- Ei- und Samenzellen
- Bestimmte Zell - Zellkontakte
- Ontogenese mit Radiär-furchung und Blastula

Die verwirrende Vielfalt der Namen

Stammbaum der Metazoa

- **Bilateria**





Pick et al. 2010. MBE

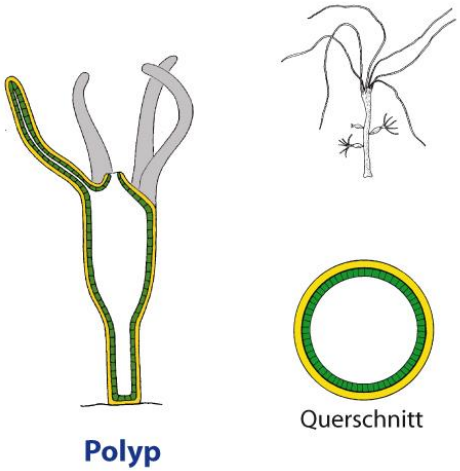
Stammbaum der Metazoa

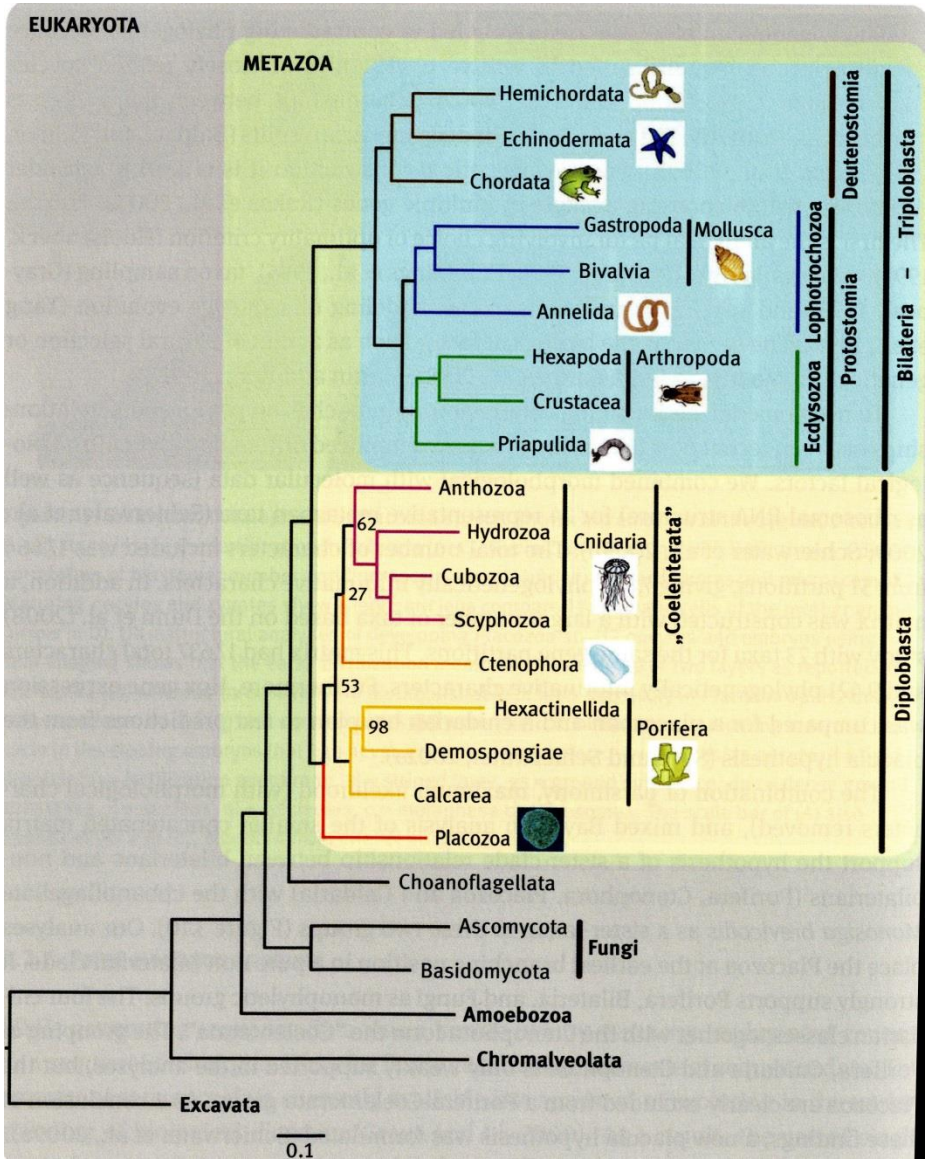
- **Vom Diploplasta**

  zum Triploblasta

Endo- / Ektoderm

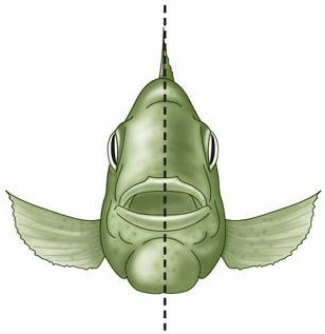
& Mesoderm

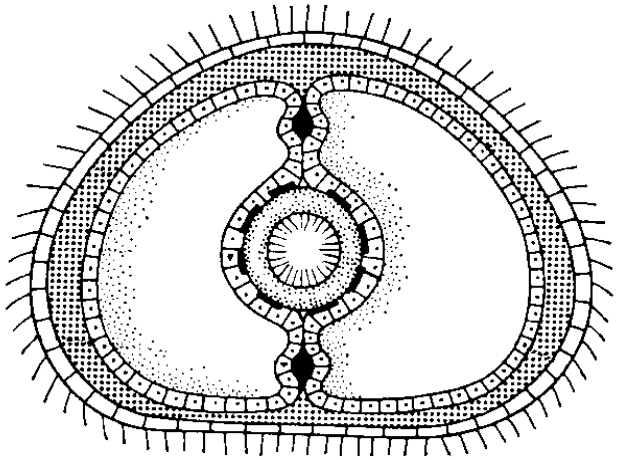


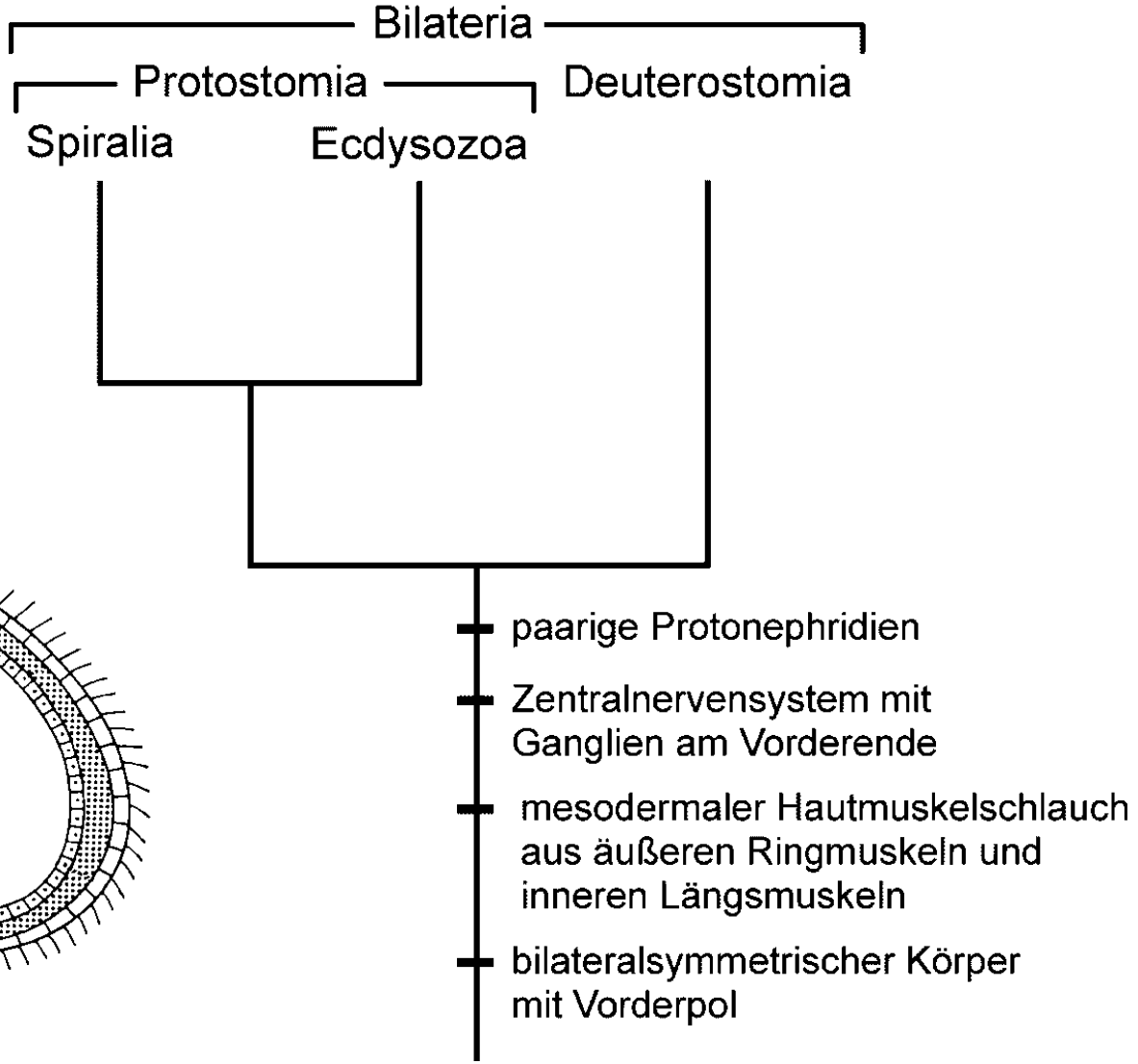


Autapomorphien der Bilateria

- **Die „Erfindung“ des Mesoderm („Triploblastie“)**







Stammbaum der Bilateria

mod. Molekulargenetik &

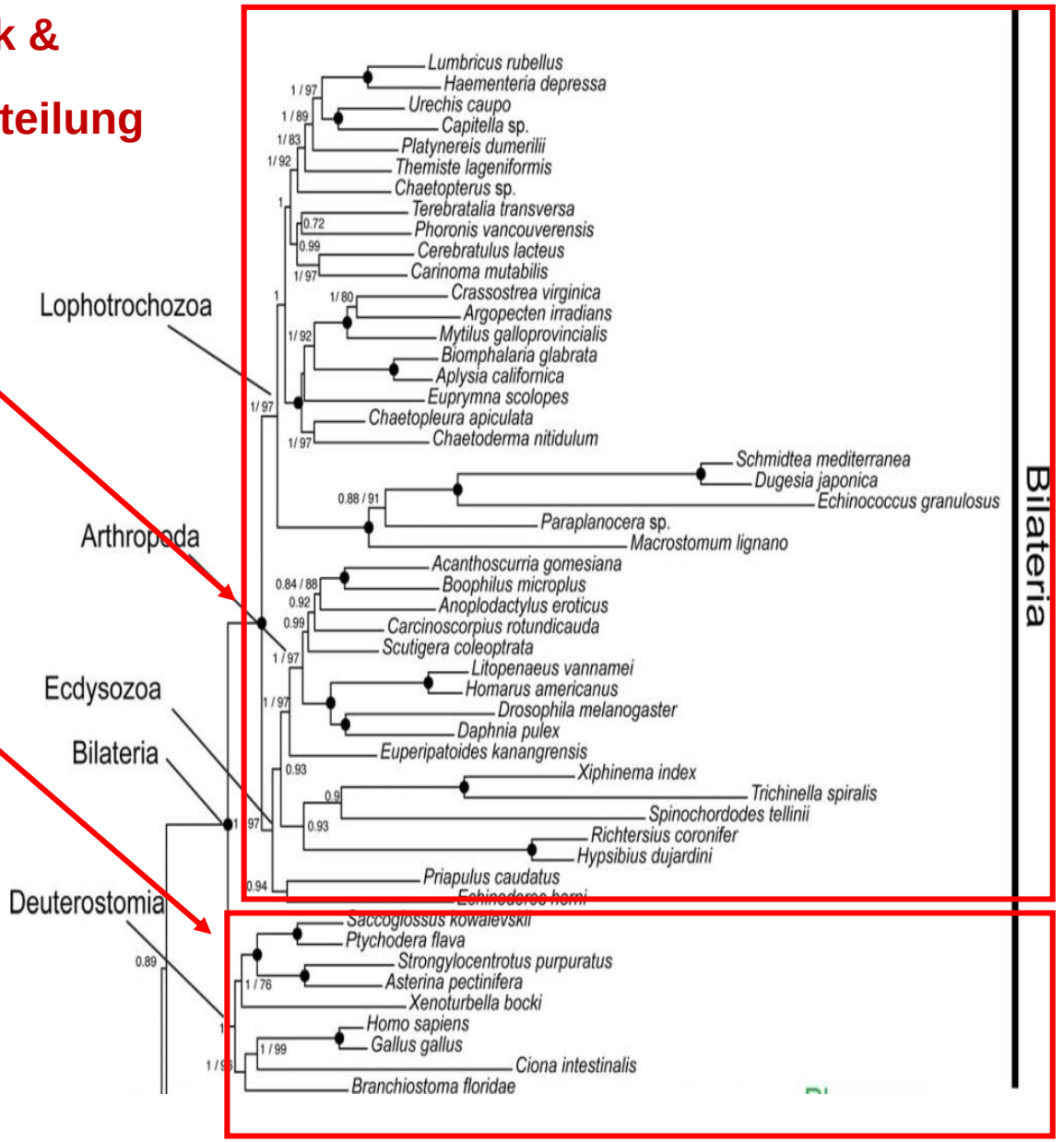
klass. embryonale Einteilung

- **Protostomia:**

  > 1 Mio. spec.

- **Deuterostomia:**

  ~ 60.000 spec.



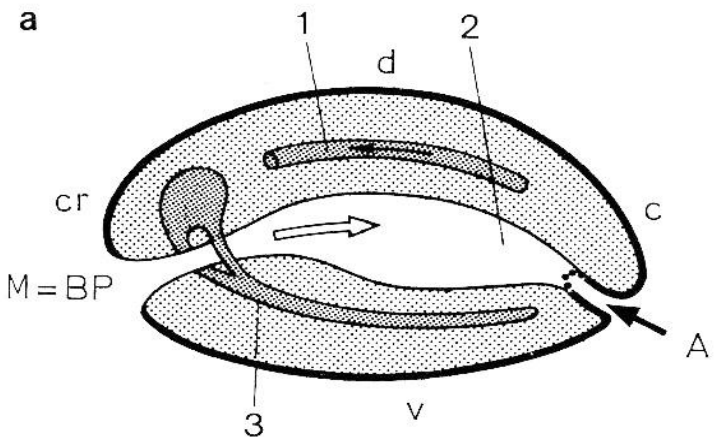
Pick et al. 2010. MBE

Klassische embryonale Einteilung

- **Protostomia („Erstmünder“)**

  aus dem Urmund (Blastoporus) entsteht die definitive Mundöffnung.

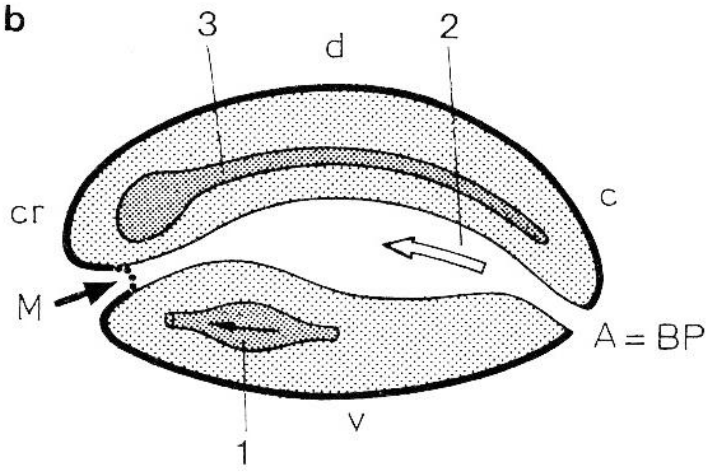
  z. B. Syndermata, Plathelminthes, Mollusca, Annelida, Lophophorata, Nematoda, Arthropoda



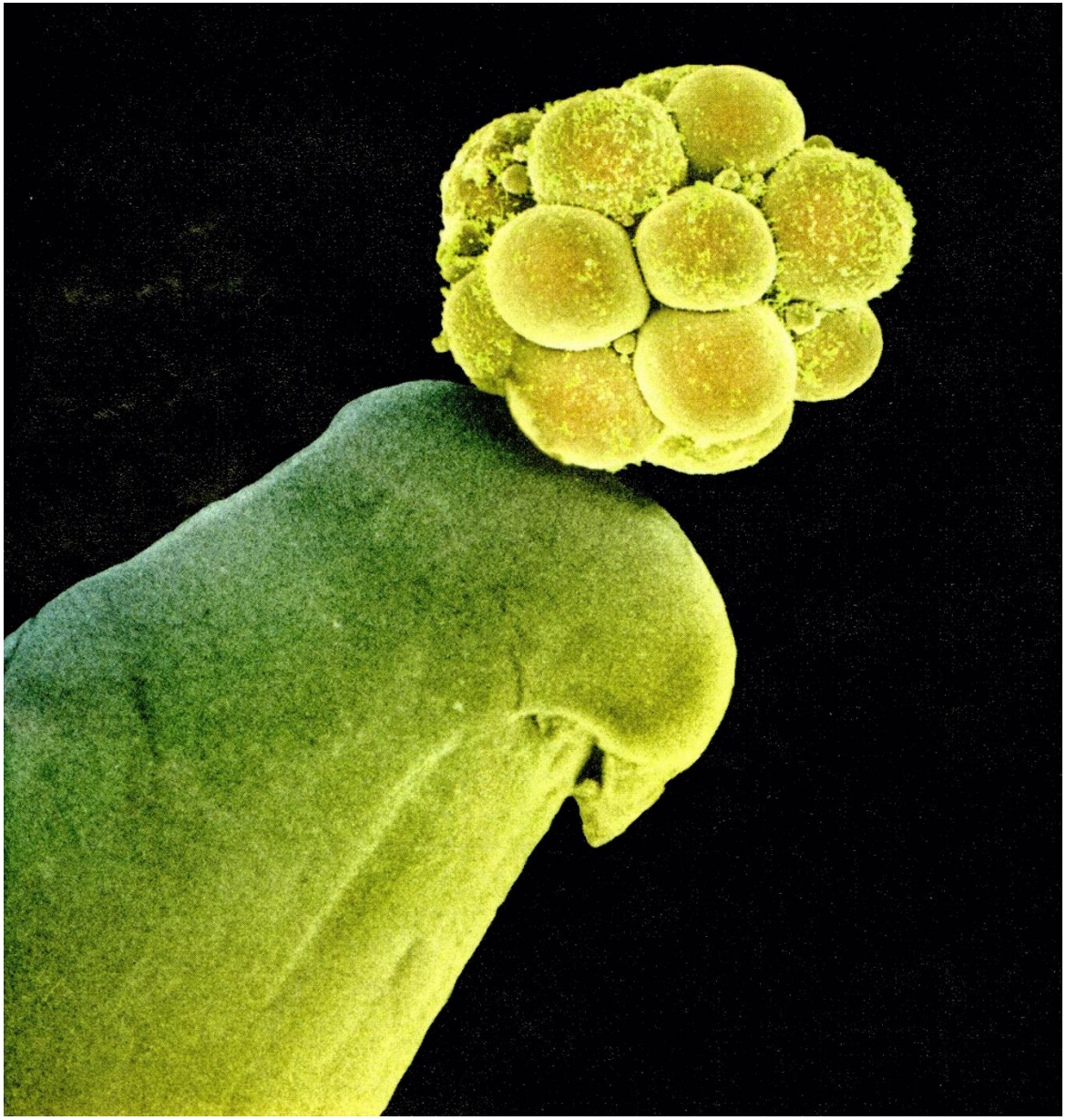
- **Deuterostomia („Zweitmünder“)**

  aus dem Urmund entsteht die definitive Afteröffnung; die definitive Mundöffnung entsteht am anderen Ende des Darmkanals als Neubildung.

  Echinodermata, Hemichordata, Chordata



Die Furchung des Eies



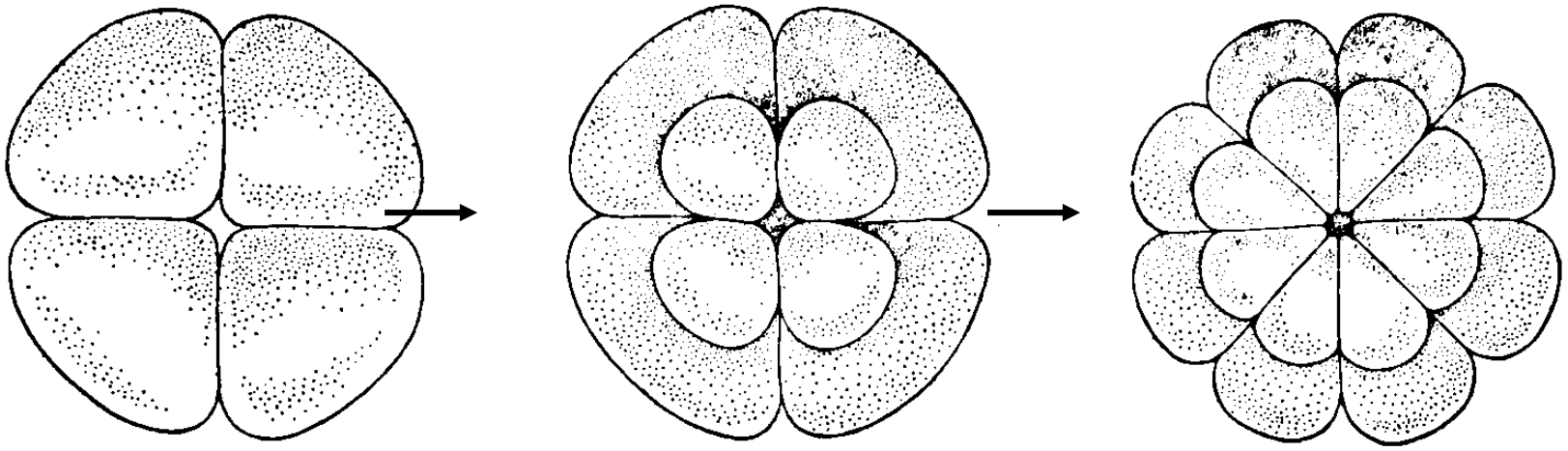
Wesen aus 16 Zellen –

3 Tage alter

menschlicher Embryo

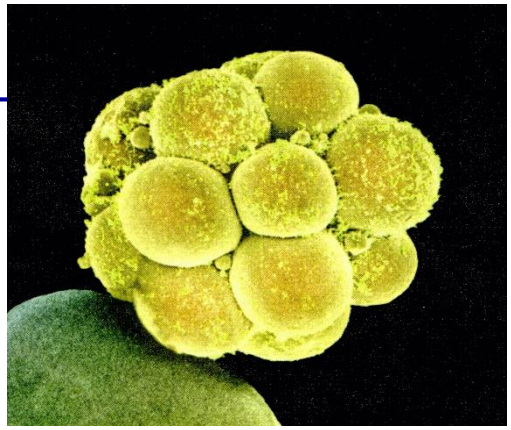
Entwicklung des Eies & Furchungstypen

- **Eifurchungstyp = Radialfurchung der Embryonalzellen (Blastomere)**

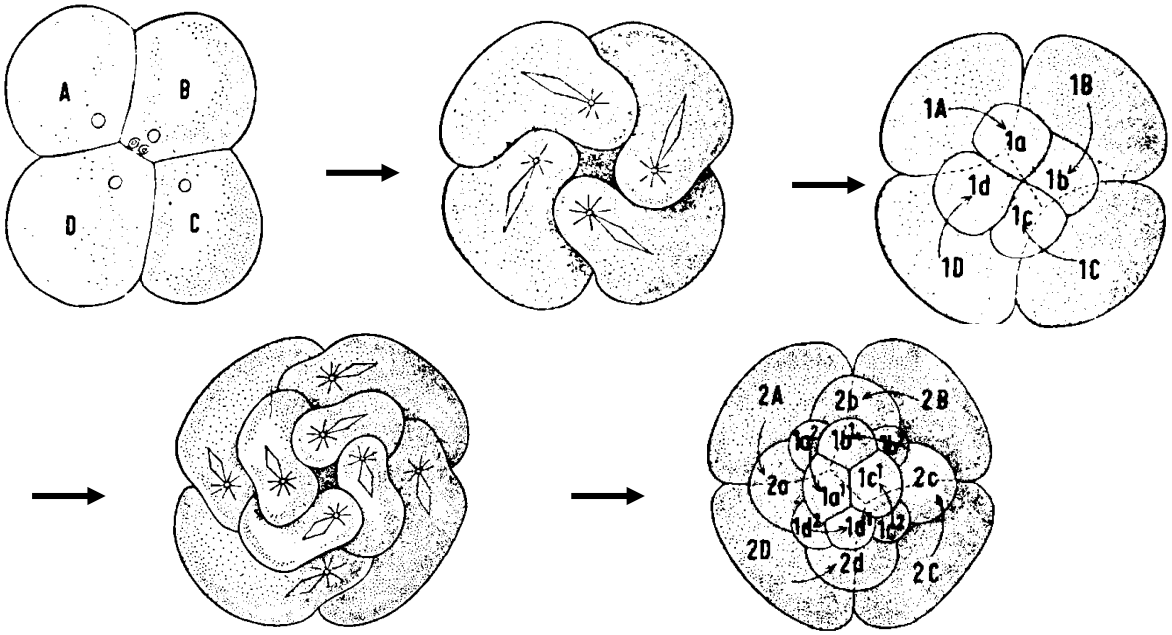


z.B. Cnidaria, ectoprocte Bryozoen, Brachiopoda, Deuterostomia

Embryogenese per Spiral-Furchung



- **Spiralia & Urmesoblast 4d**

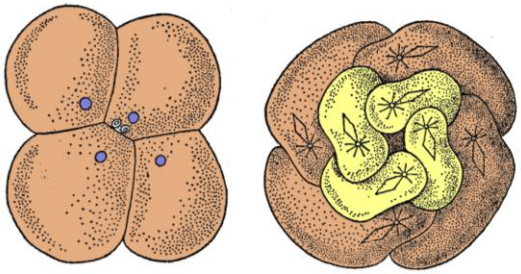


Spiral-Quartett-4d-Furchung: alternierend dexiotrope und leiotrope Abschnürung von Micromeren-Quartetten (z.B. 2d Somatoblast)

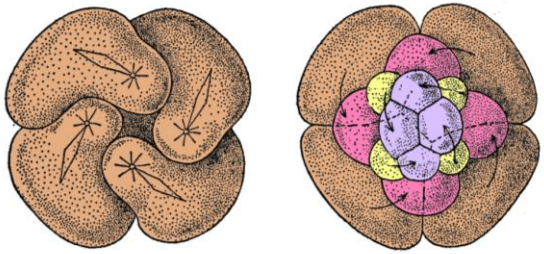
Entstehung des Mesoderm aus der Mikromere 4d

z.B. bei Plathelminthes, Mollusca, Annelida

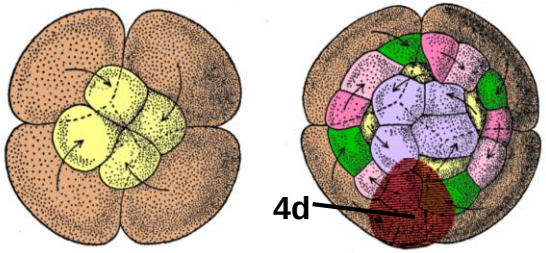
Die Spiralfurchung



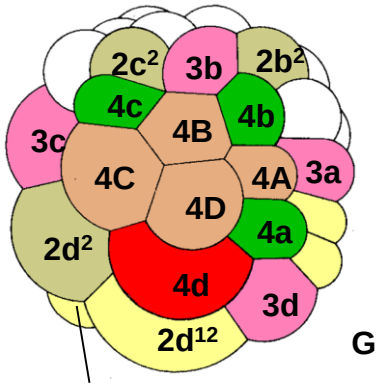
A 4-Zell-Stadium D



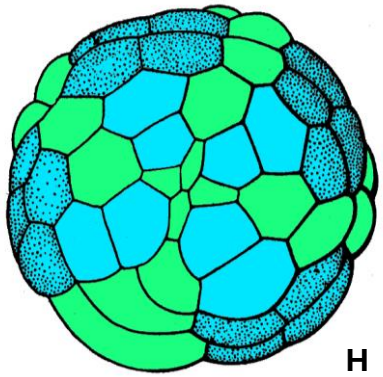
B E 16-Zell-Stadium



C 8-Zell-Stadium F 25-Zell-St.



G

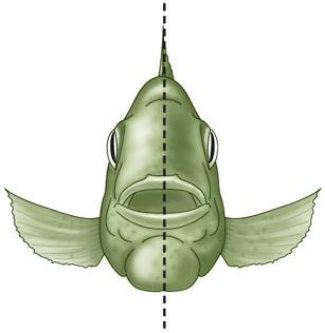


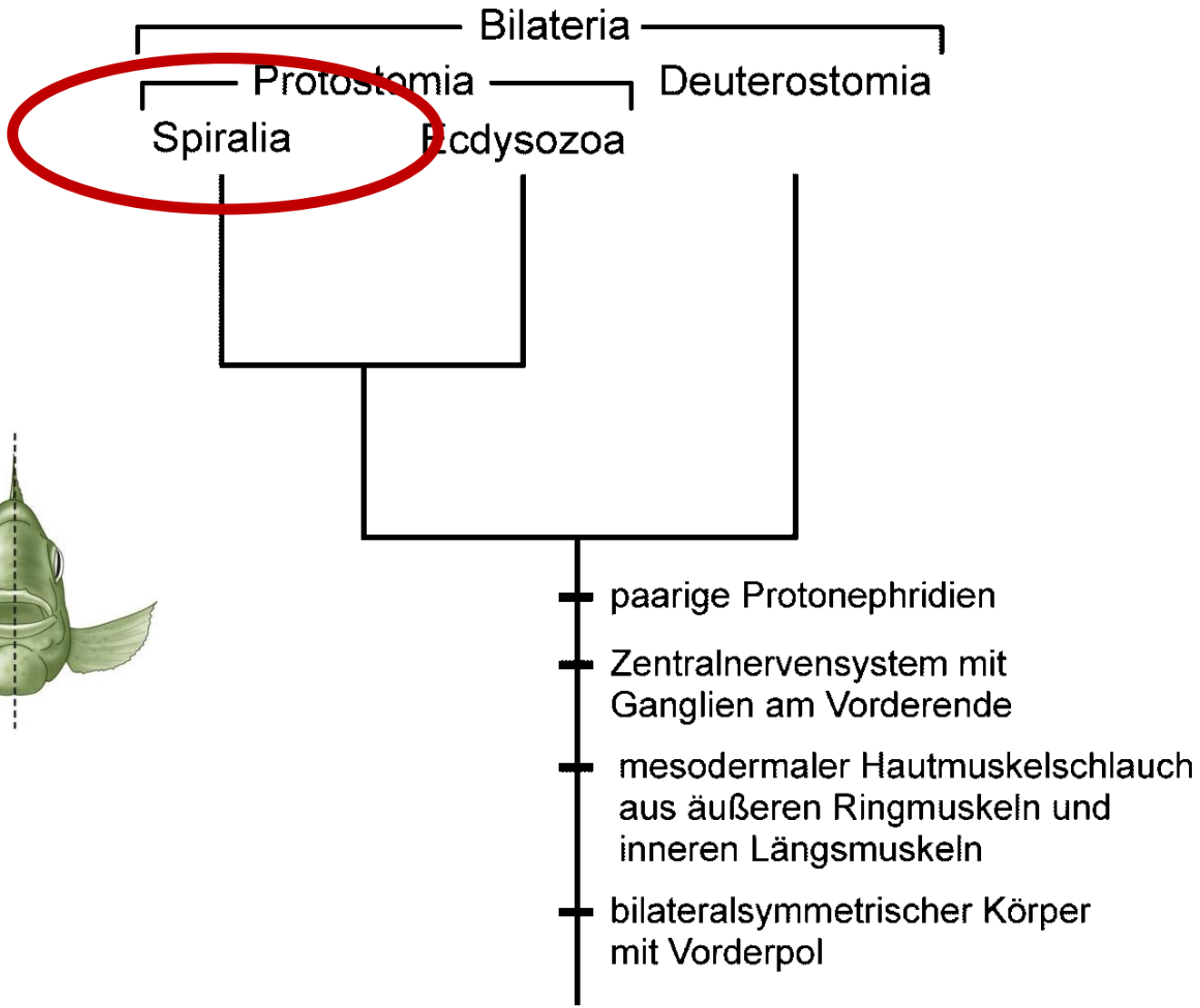
H

A – F Teilungsfolge bis zum 25-Zellstadium;
G-H verdeutlicht die feste Lagebeziehung unter den Blastomeren;
G vom vegetativen, H vom animalen Pol gesehen.

Die Spiralia unter den Bilateria

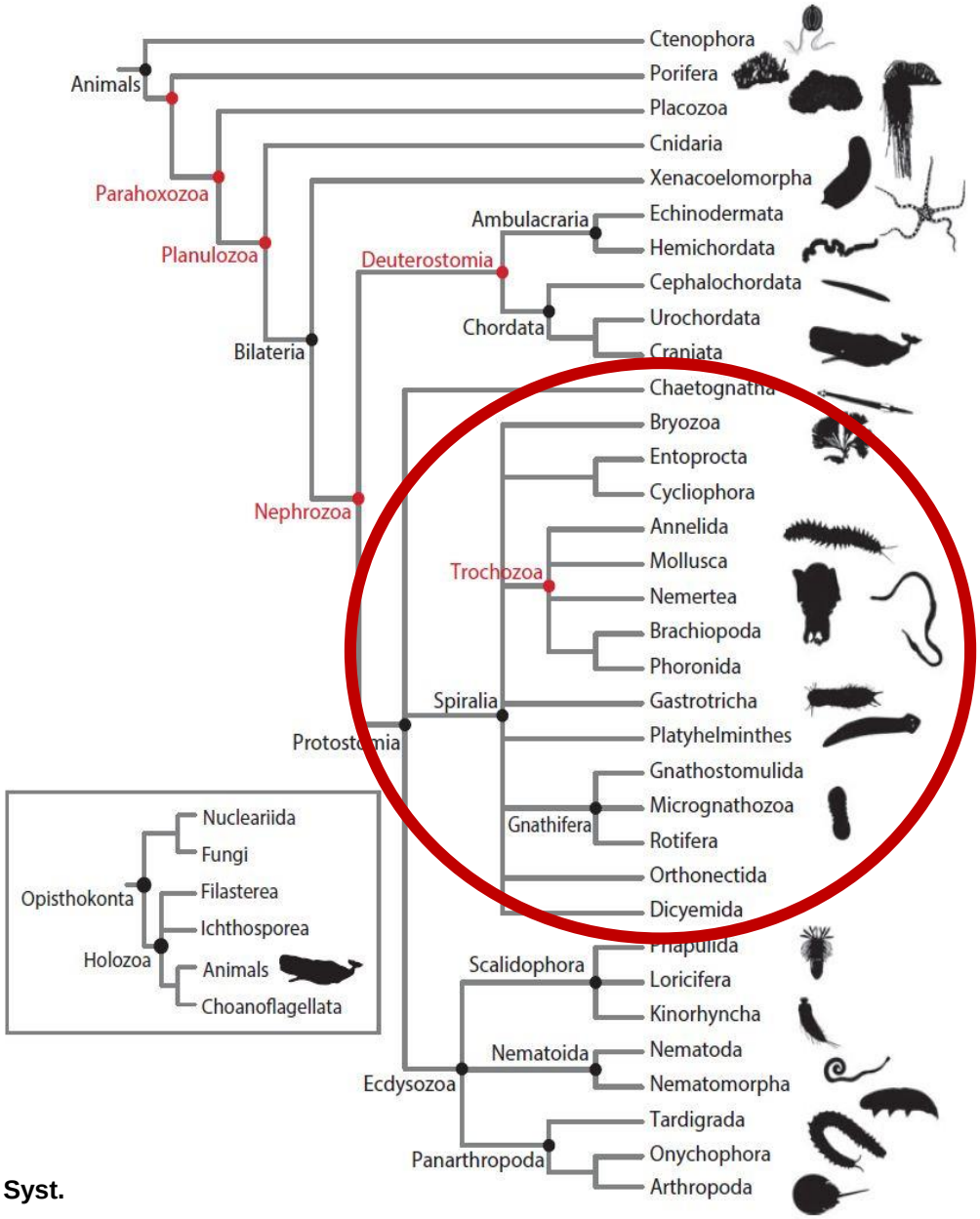
- **Autapomorphie: Spiral-Furchung**





Das Rätselraten bei den Spiralia

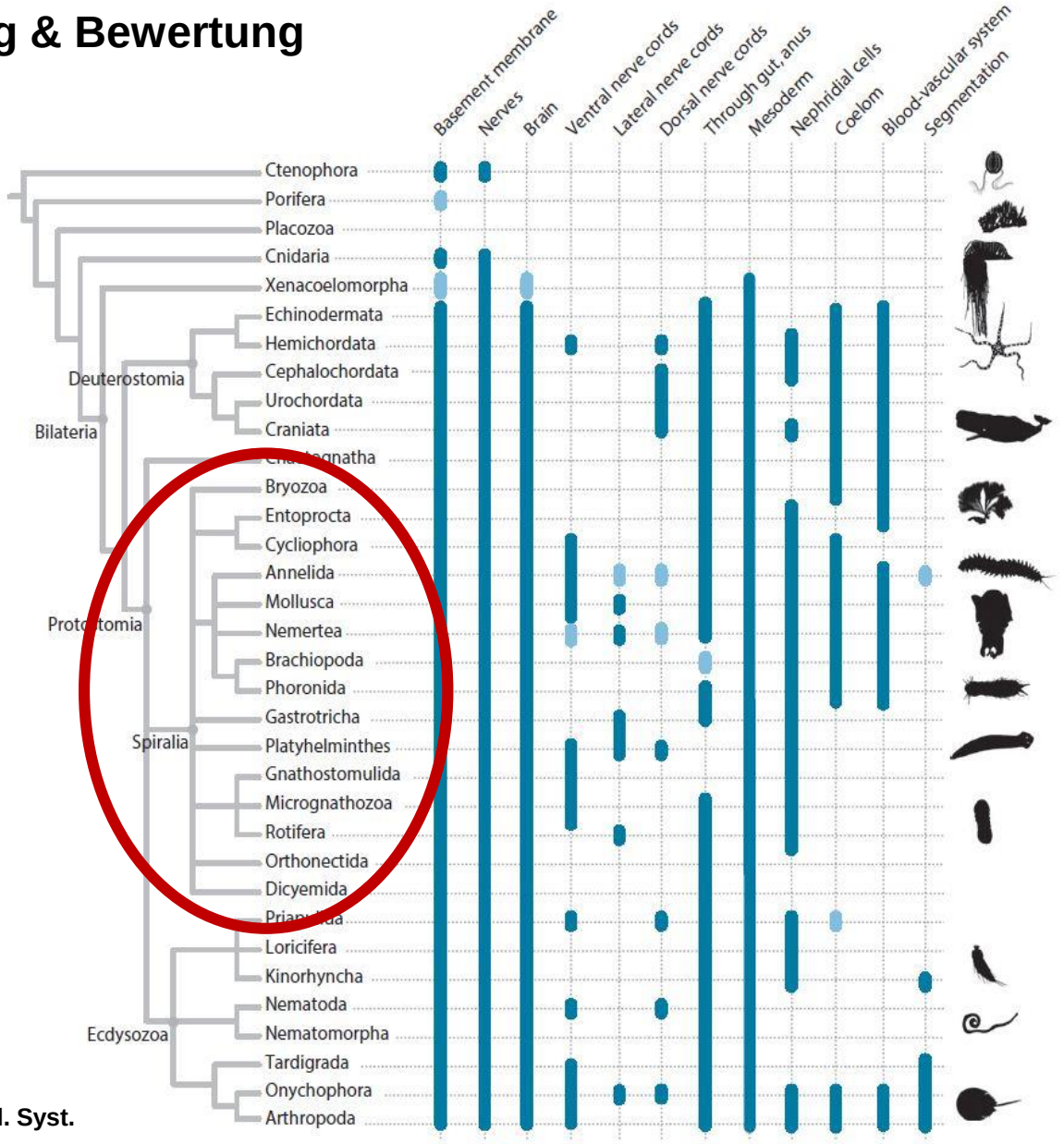
- **Wer mit wem ?**



Dunn, C.W. et al. 2014. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.

Das Rätselraten bei den Spiralia

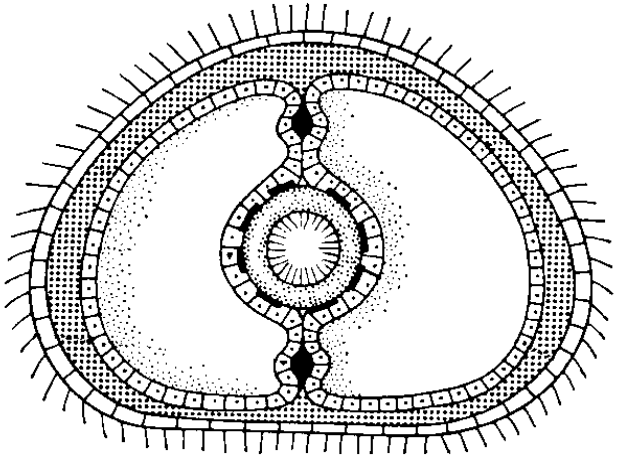
- **Merkmale: Verteilung & Bewertung**

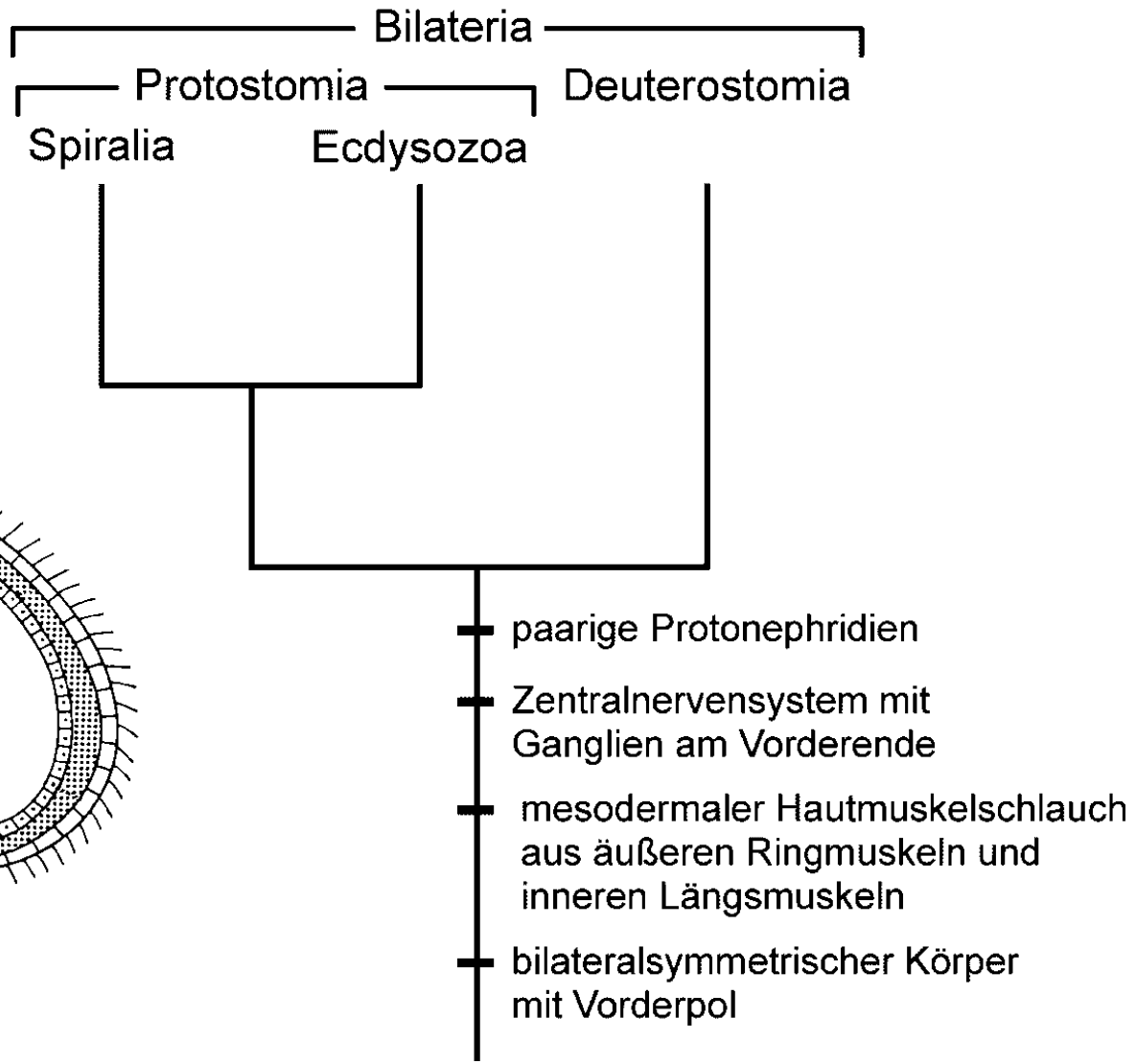


Dunn, C.W. et al. 2014. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.

Autapomorphien der Bilateria

- **Mesoderm & Coelom**



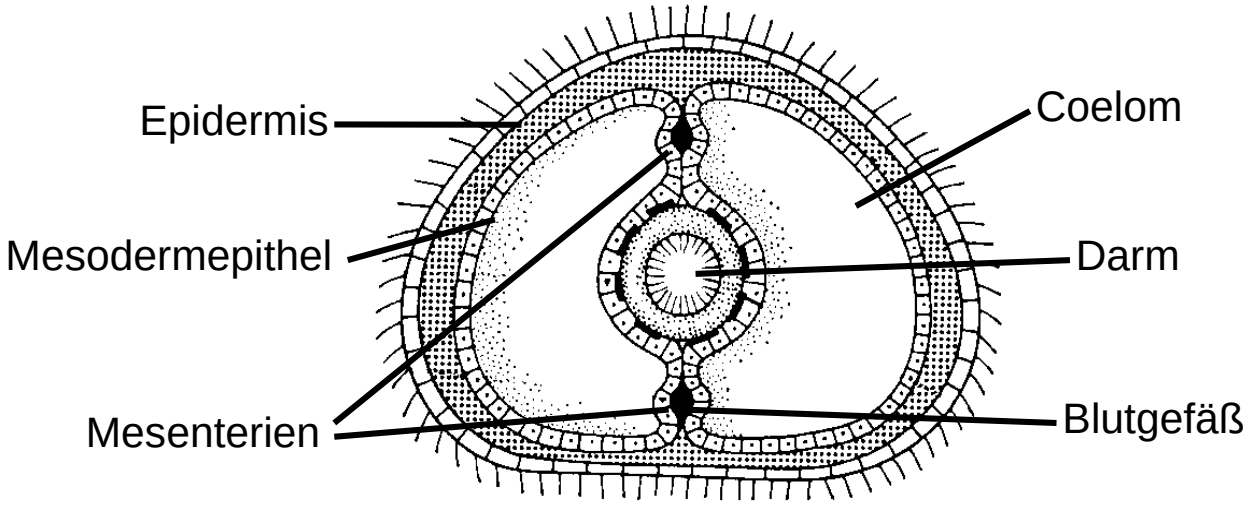


Eine zweite Leibeshöhle – das Coelom

Coelom (sekundäre Leibeshöhle)

Hohlraum zwischen Epidermis und Gastrodermis, der von mesodermalen Epithel umgeben ist. Funktion: Hydroskelett, Stofftransport, freie Beweglichkeit der inneren Organe.

Die Coelomodukte dienen zum Teil der Ableitung der Geschlechtszellen und der Exkremente.



acoelomat

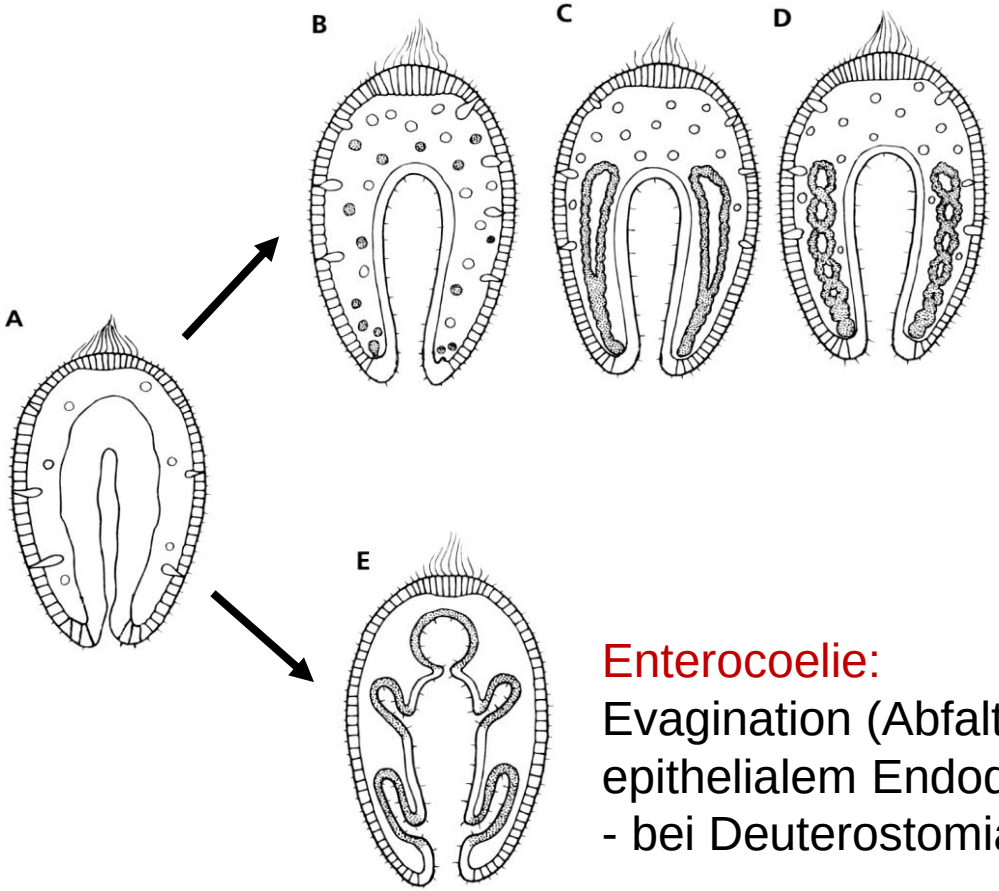
ohne sekundäre Leibeshöhle
z. B. Syndermata, Plathelminthes, Nematoda

„Coelomata“

mit sekundärer Leibeshöhle
z. B. Mollusca, Annelida, Lophophorata, Deuterostomia

Wie man ein Coelom-Tier wird

- **Arten der Mesoderm- und Coelomentstehung**



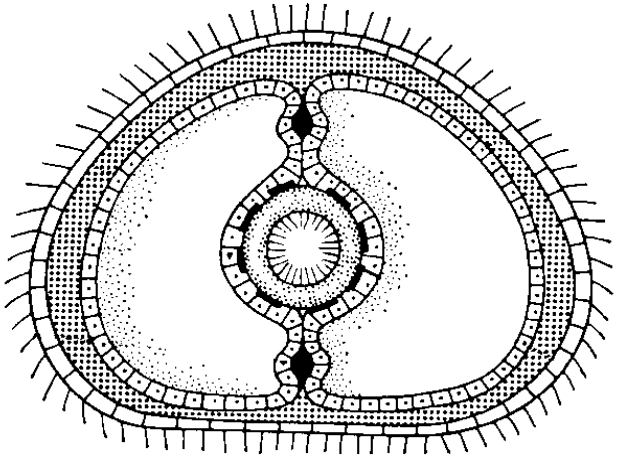
Einwanderung von Endomesenchym
- z. B. Teloblasten der Mollusken

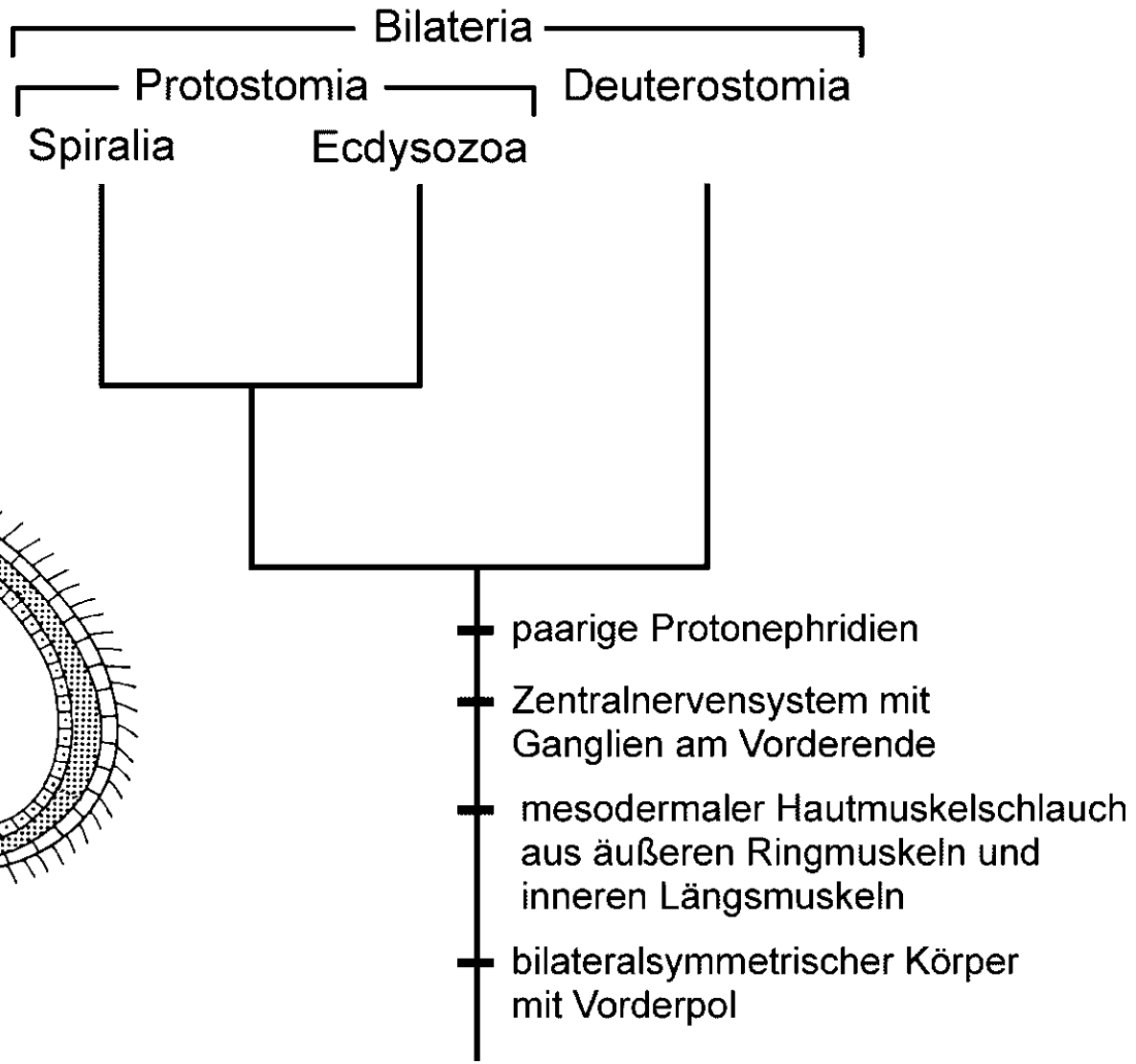
Schizocoelie: Bildung von Coelomepithel aus Endomesenchym
= Hohlraumbildung im Mesenchym

Enterocoelie:
Evagination (Abfaltung) von epithelialem Endoderm
- bei Deuterostomia

Autapomorphien der Bilateria

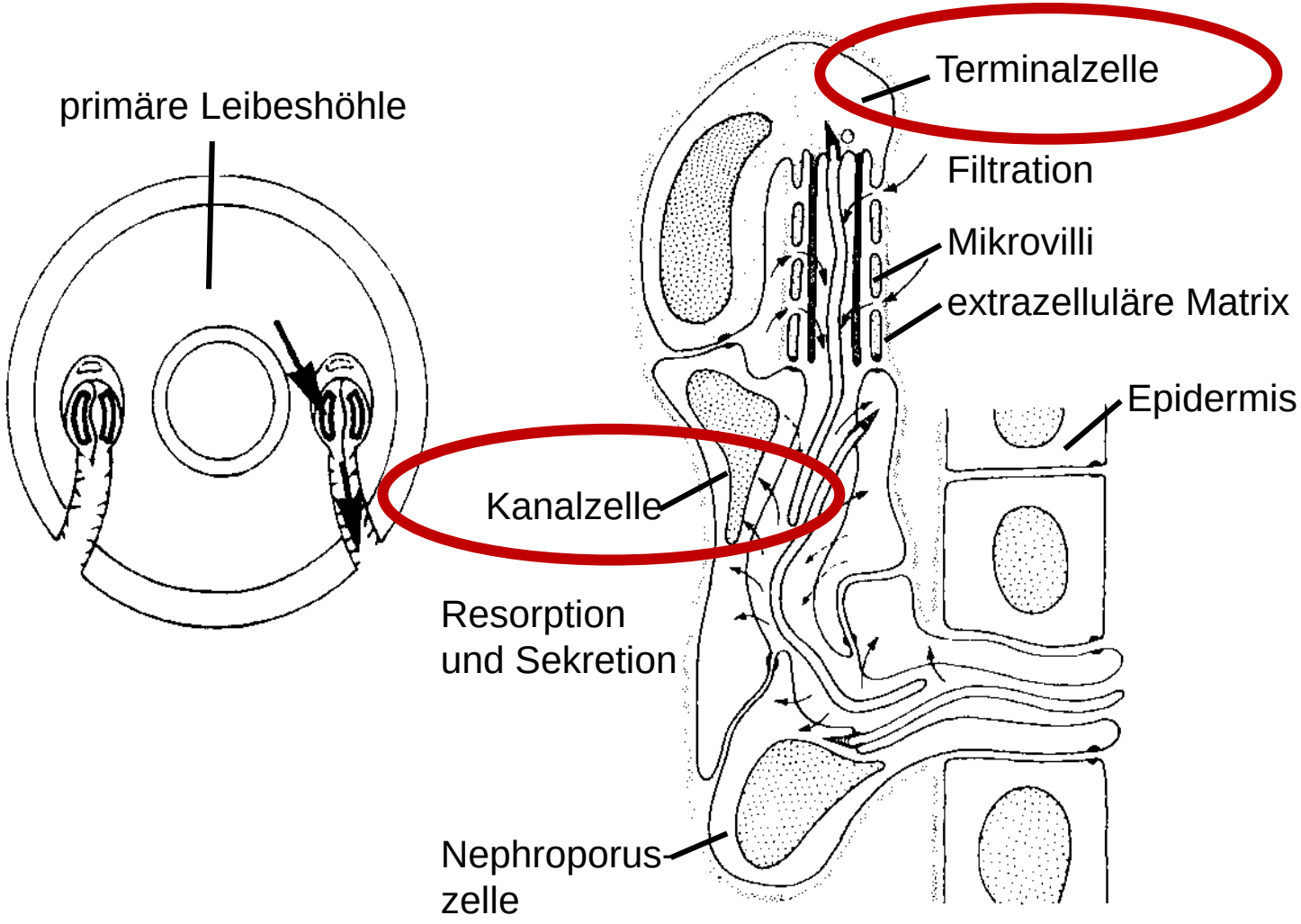
- **Mesoderm & Coelom**





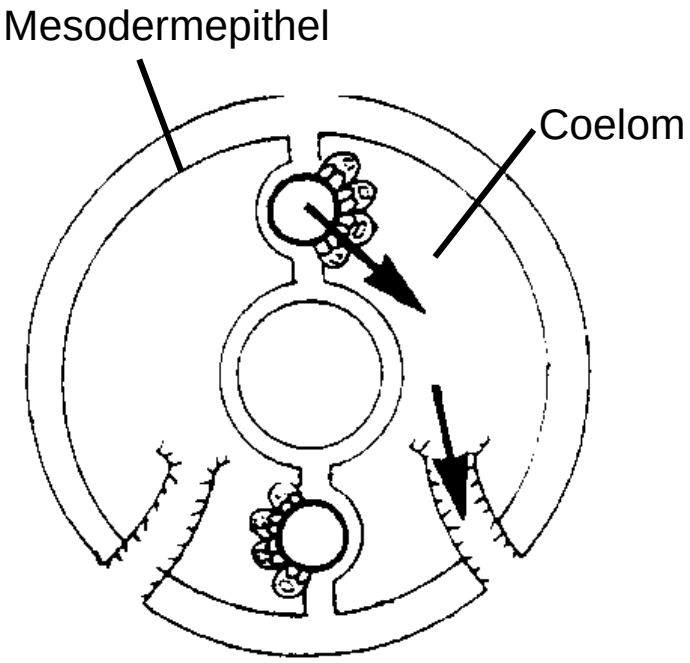
Acoelomate Bilateria (z.B. Plathelminthen)

- **Protonephridium – Cyrtocyte (Wimpernzelle) & Filtration**

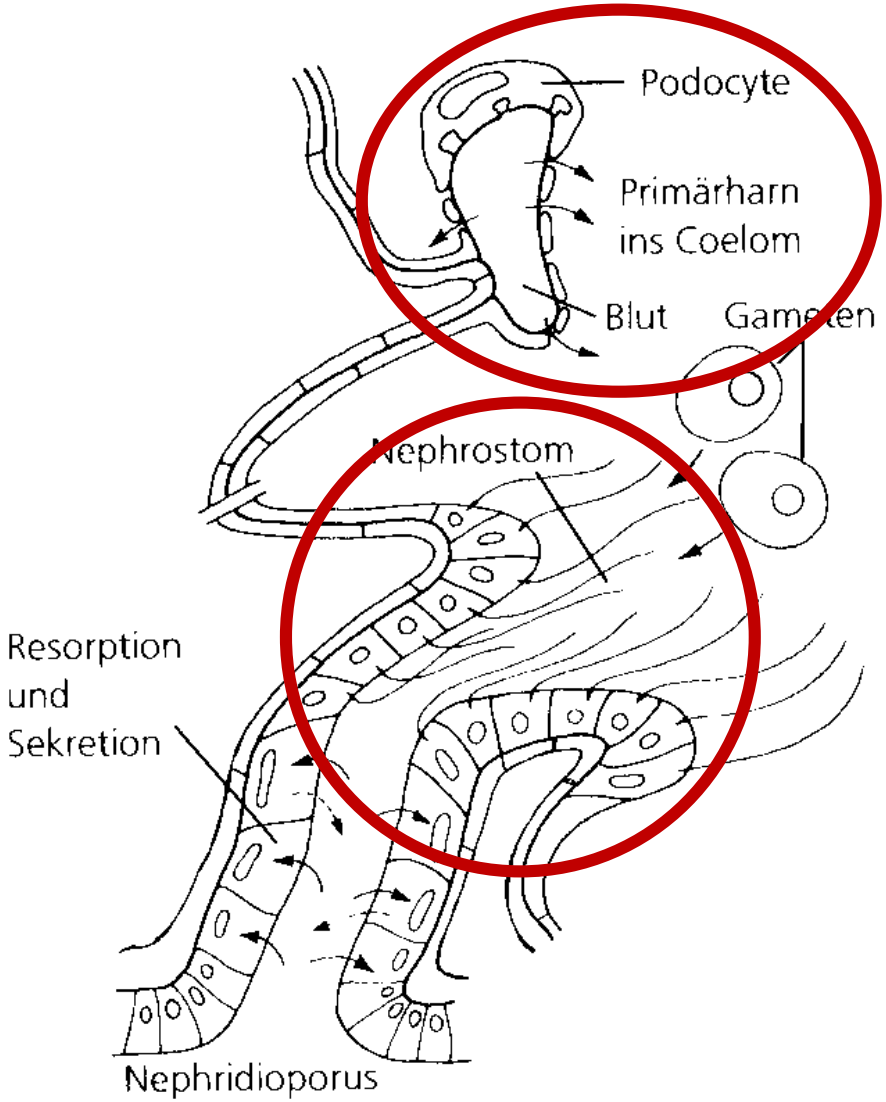


Coelomate Bilateria (z.B. Anneliden)

- **Metanephridien – Ultrafiltration über Podocyten**
  Wimperntrichter verbindet Coelom

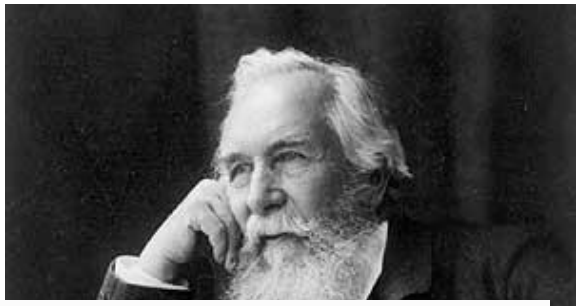


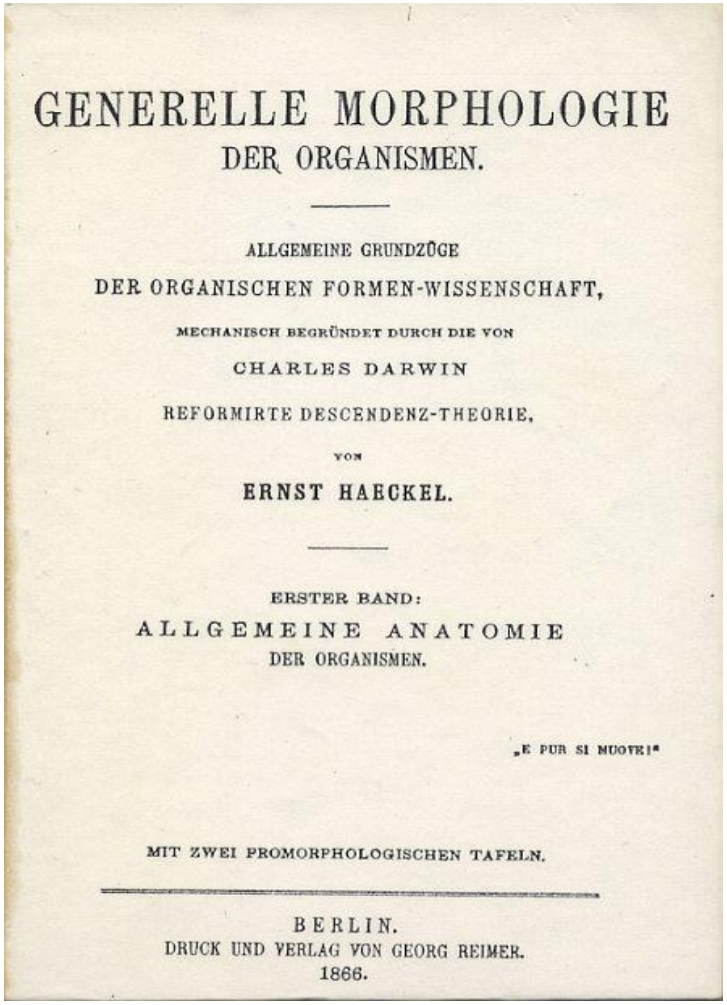
Coelomodukte, die als Exkretionsorgane dienen



Ernst Haeckel – Zoologe und Phylogenetiker

- **Brückenschlag zwischen Anatomie, Phylogenetik und Systematik**





GENERELLE MORPHOLOGIE
DER ORGANISMEN.

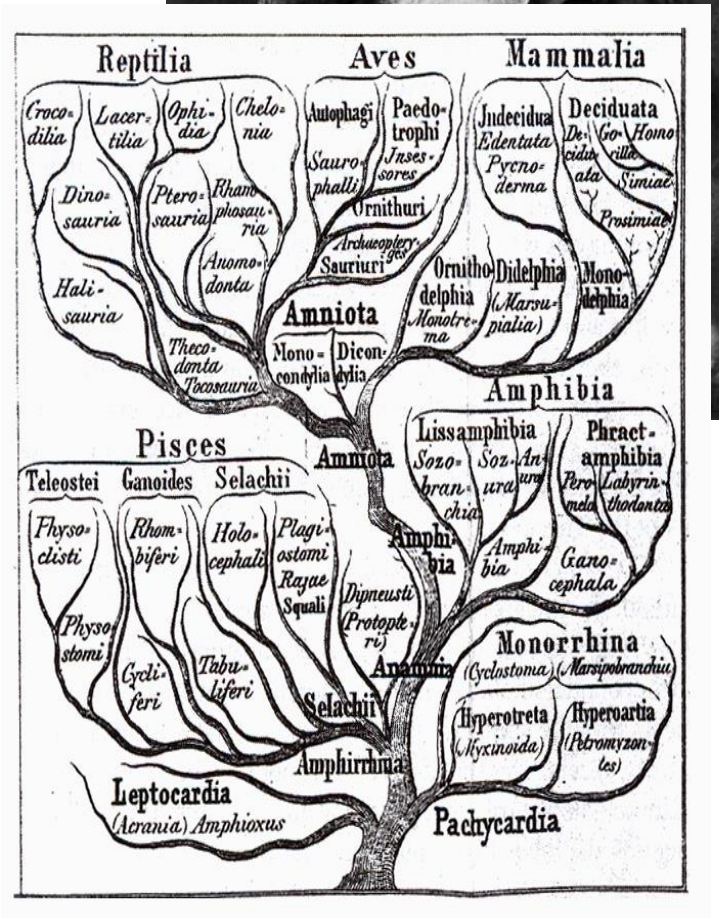
ALLGEMEINE GRUNDZÜGE
DER ORGANISCHEN FORMEN-WISSENSCHAFT,
MECHANISCH BEGRÜNDET DURCH DIE VON
CHARLES DARWIN
REFORMIRTE DESCENDENZ-THEORIE,
VON
ERNST HAECKEL.

ERSTER BAND:
ALLGEMEINE ANATOMIE
DER ORGANISMEN.

„E PUR SI MUOVE!"

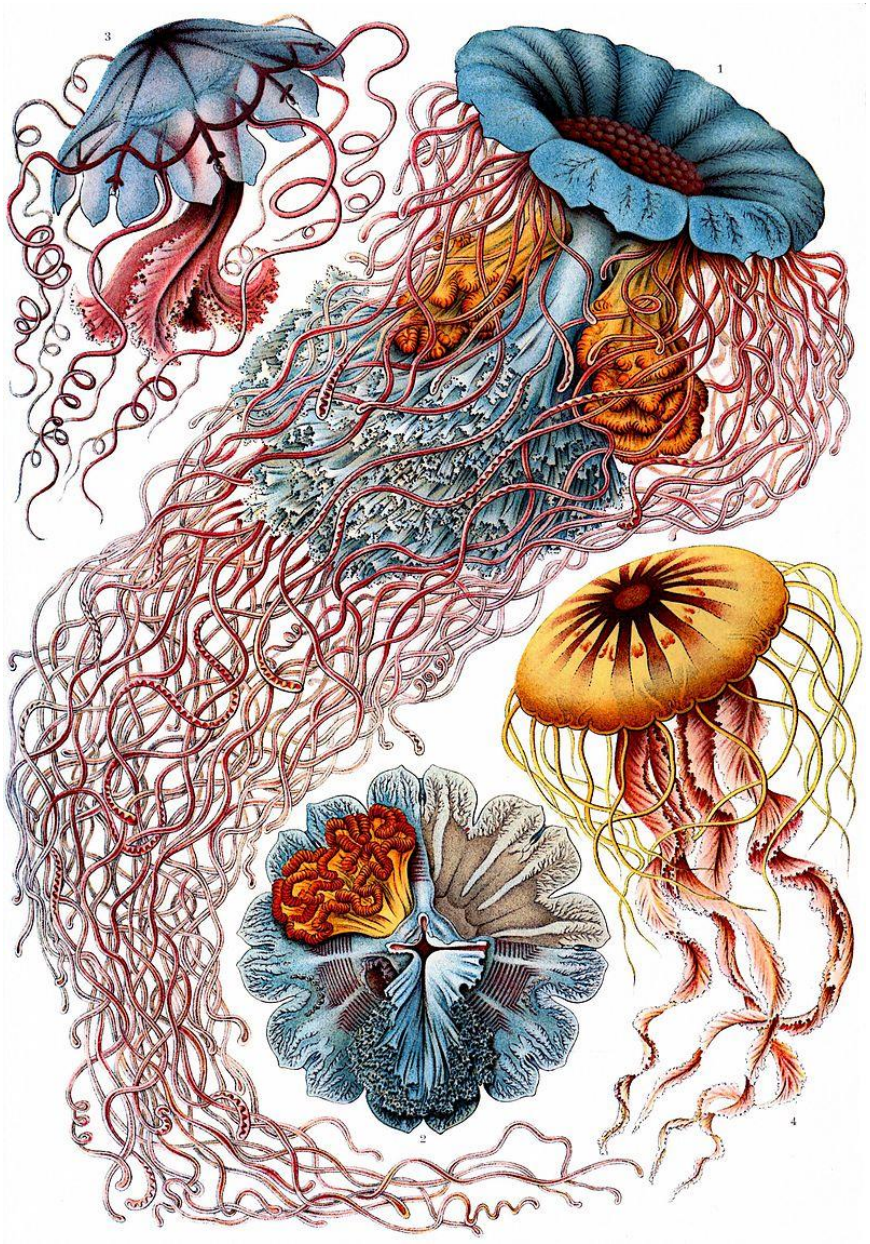
MIT ZWEI PROMORPHOLOGISCHEN TAFELN.

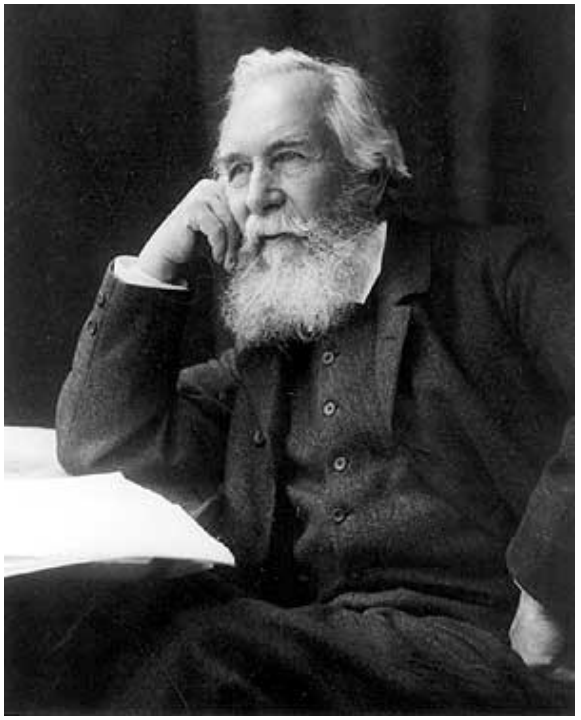
BERLIN.
DRUCK UND VERLAG VON GEORG REIMER.
1866.



Haeckel (1866)

Ernst Haeckels „Kunstformen der Natur"





Ernst Haeckel (1834-1919)

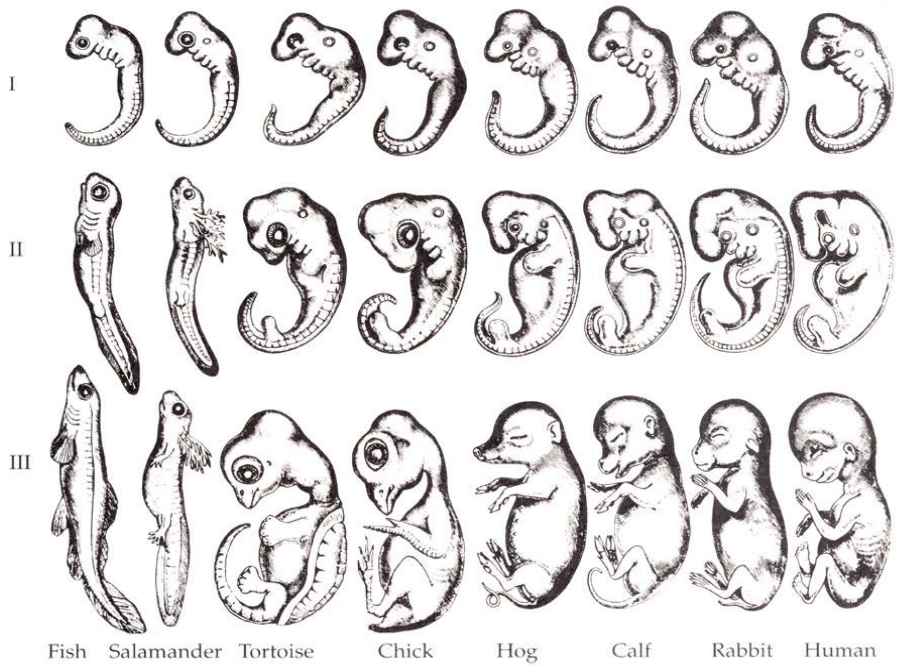
Ernst Haeckels Credo

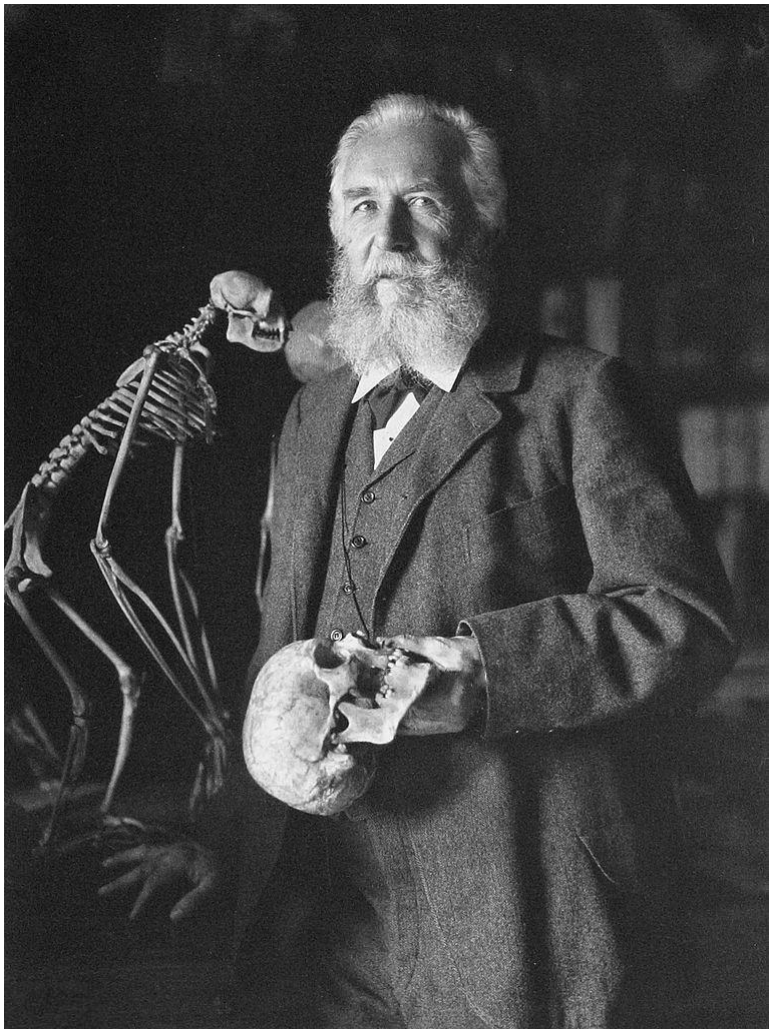
- *„Biogenetische Grundregel“*

  „Die Ontogenese ist eine kurze Rekapitulation der Phylogenese“

  Oder:

  „Während seiner Entwicklung steigt der Embryo seinen eigenen Stammbaum hinauf“



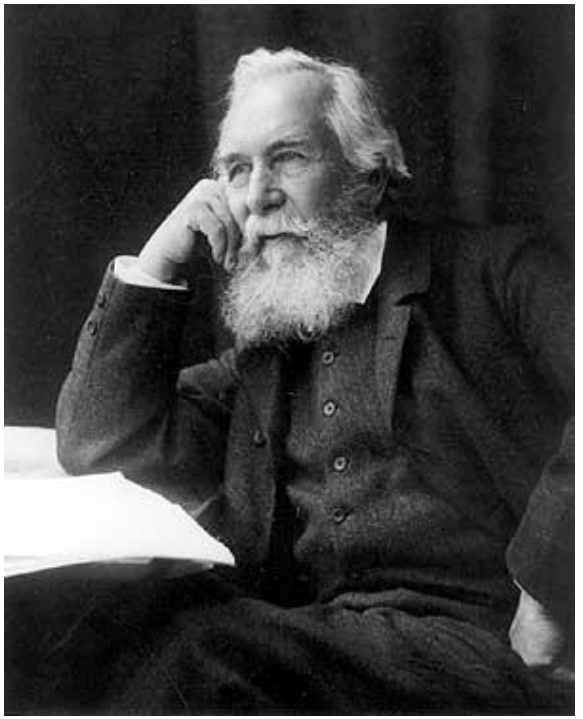


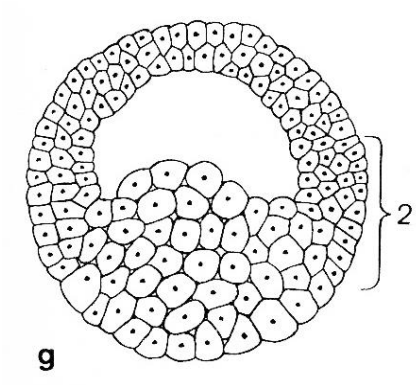
nach Haeckels „*Anthropogenie*“ (1874)

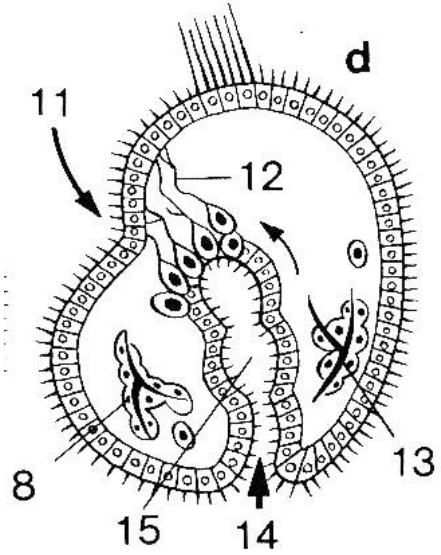
Haeckels „Gastraea-Theorie" - Vom Wunschdenken eines Zoologen

- **Vorstellungen zur Evolution der Metazoa**

- **Von der Blastaea zur Gastraea**



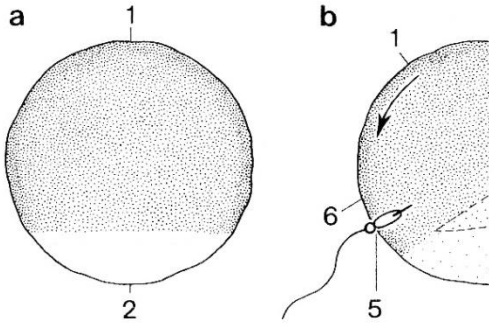


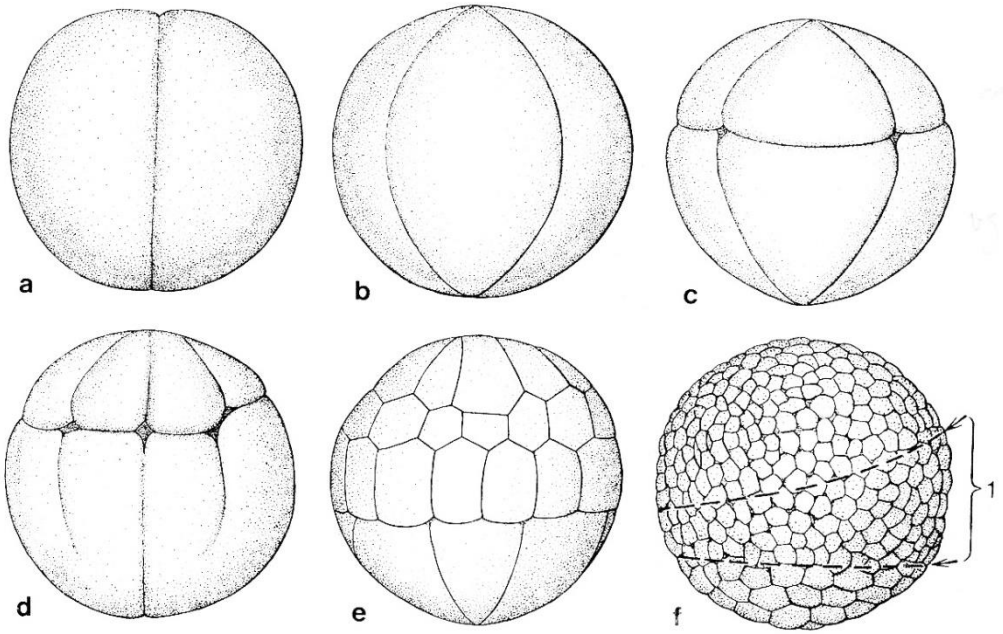


Gastrulation

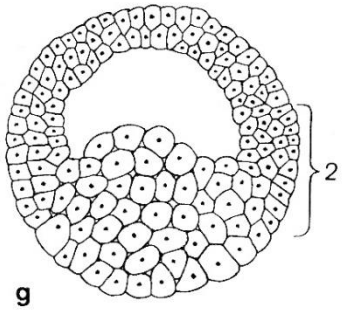
- **Von der Blastula zur Gastrula**
  - **wichtigstes Ereignis im Leben**
  - **bei allen Tieren = altes evol. Erbe**

- Befruchtung, Organisation





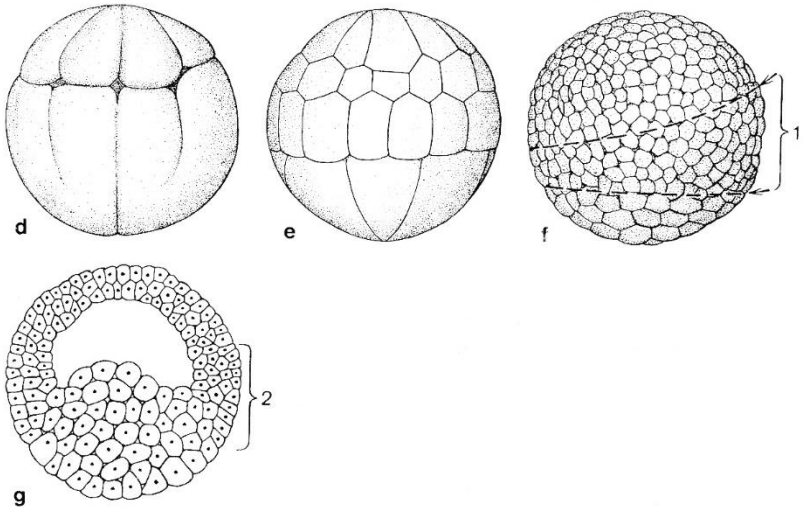
- Durch Furchung zur Blastula

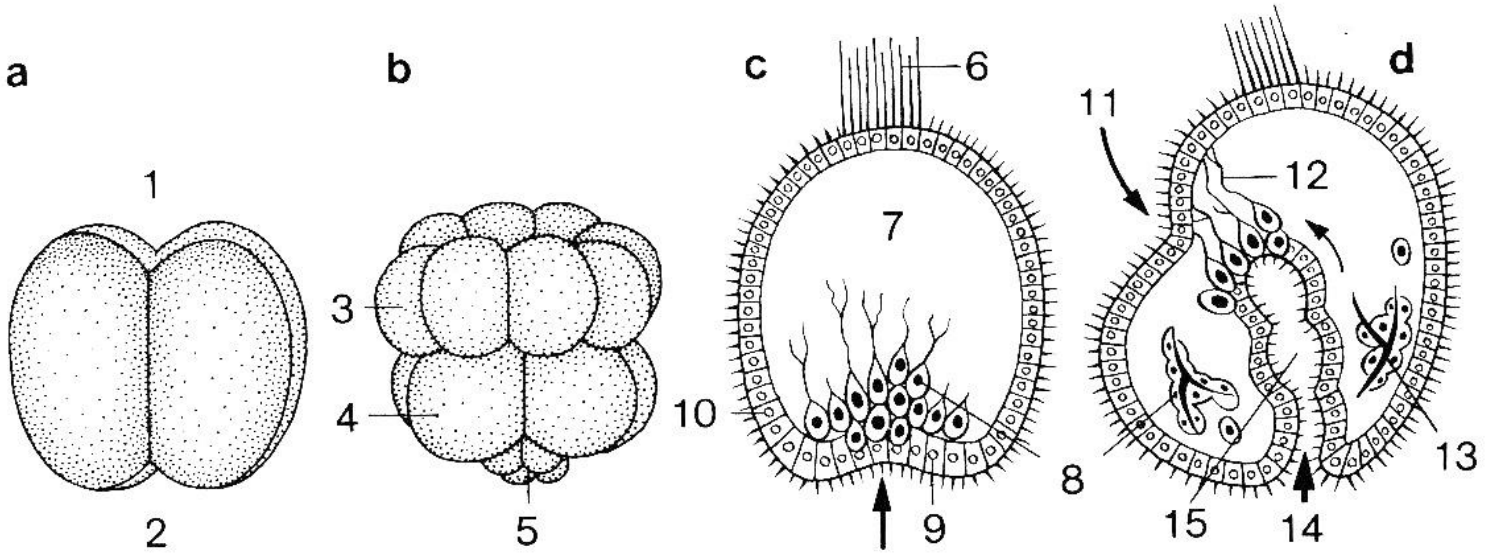


Gastrulation

- **Von der Blastula zur Gastrula**

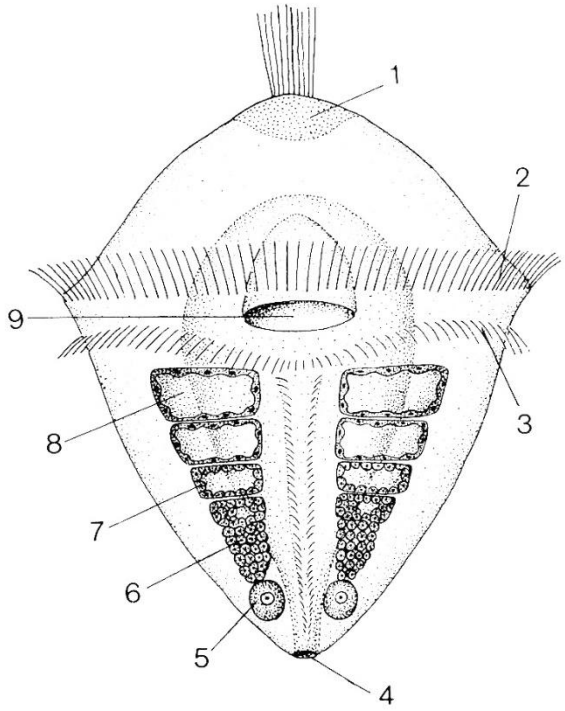
  - **Furchung, Blastula & Gastrulation**

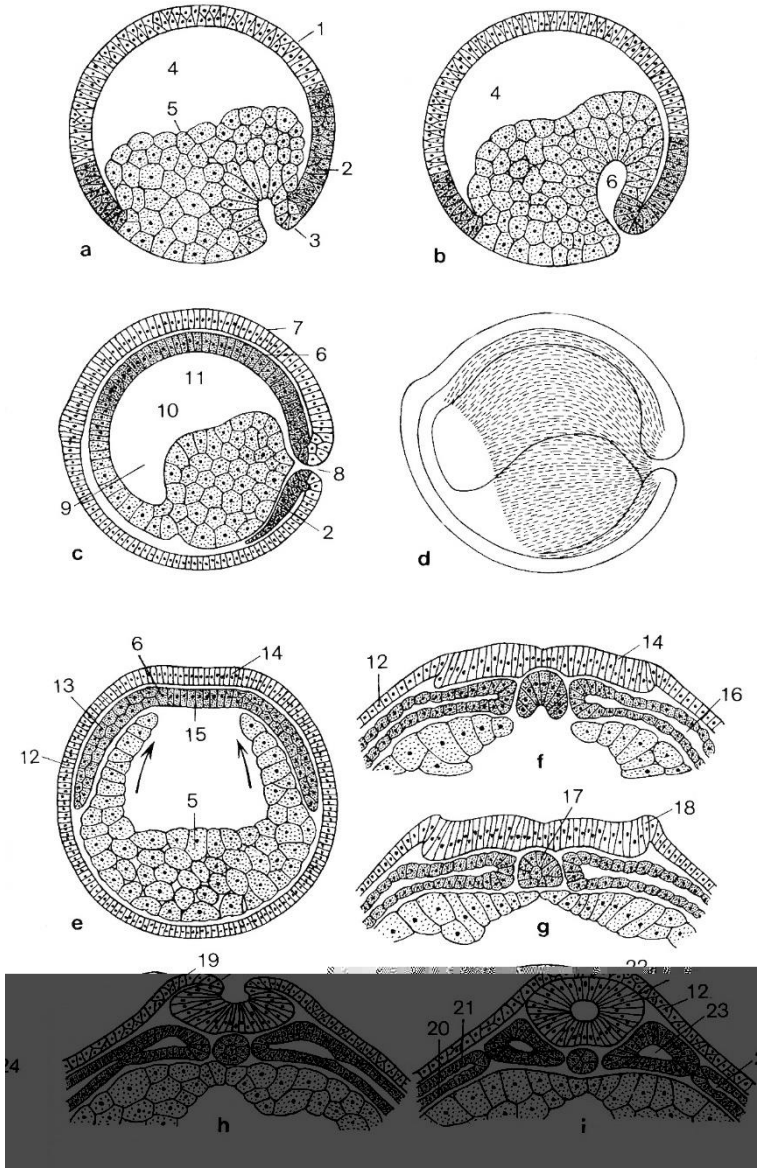




Von der Blastula zur Gastrula

- **Mesodermbildung (Trochophora)**





- **Ablauf Gastrulation & Organogenese**

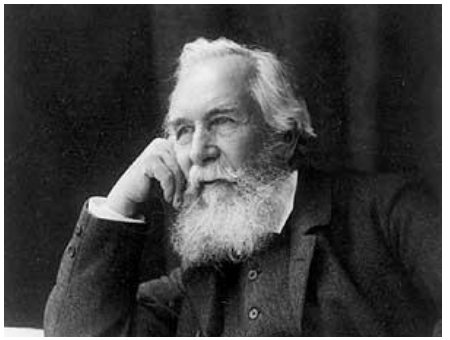
  Amphibienkeim)

Haeckels „Gastraea-Theorie" - Vom Wunschdenken eines Zoologen

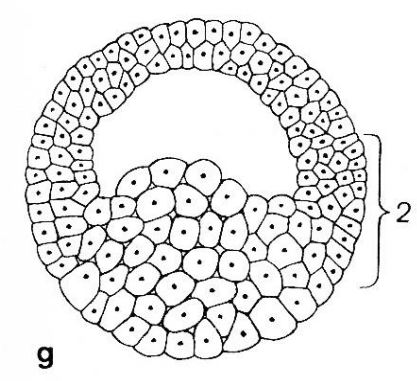
- **Vorstellungen zur Evolution der Metazoa:**

  erstes vielzelliges Tier

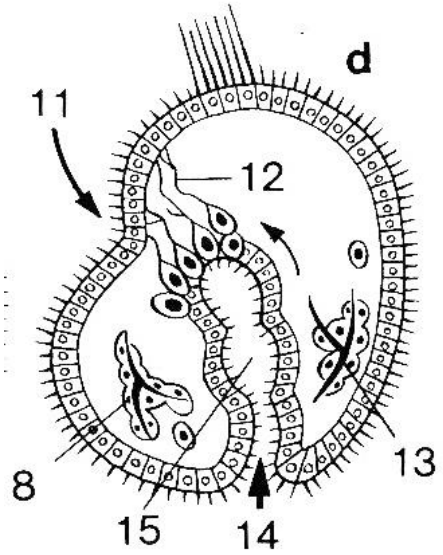
  = Kolonie begeißelter Protozoen – koloniebildende Flagellata

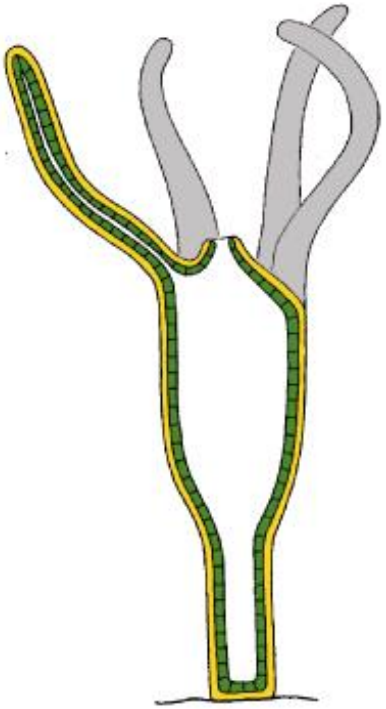


- **„Gastraea“ – Von der Blastaea zur Gastraea**



Von *Volvox* zu den Porifera ?



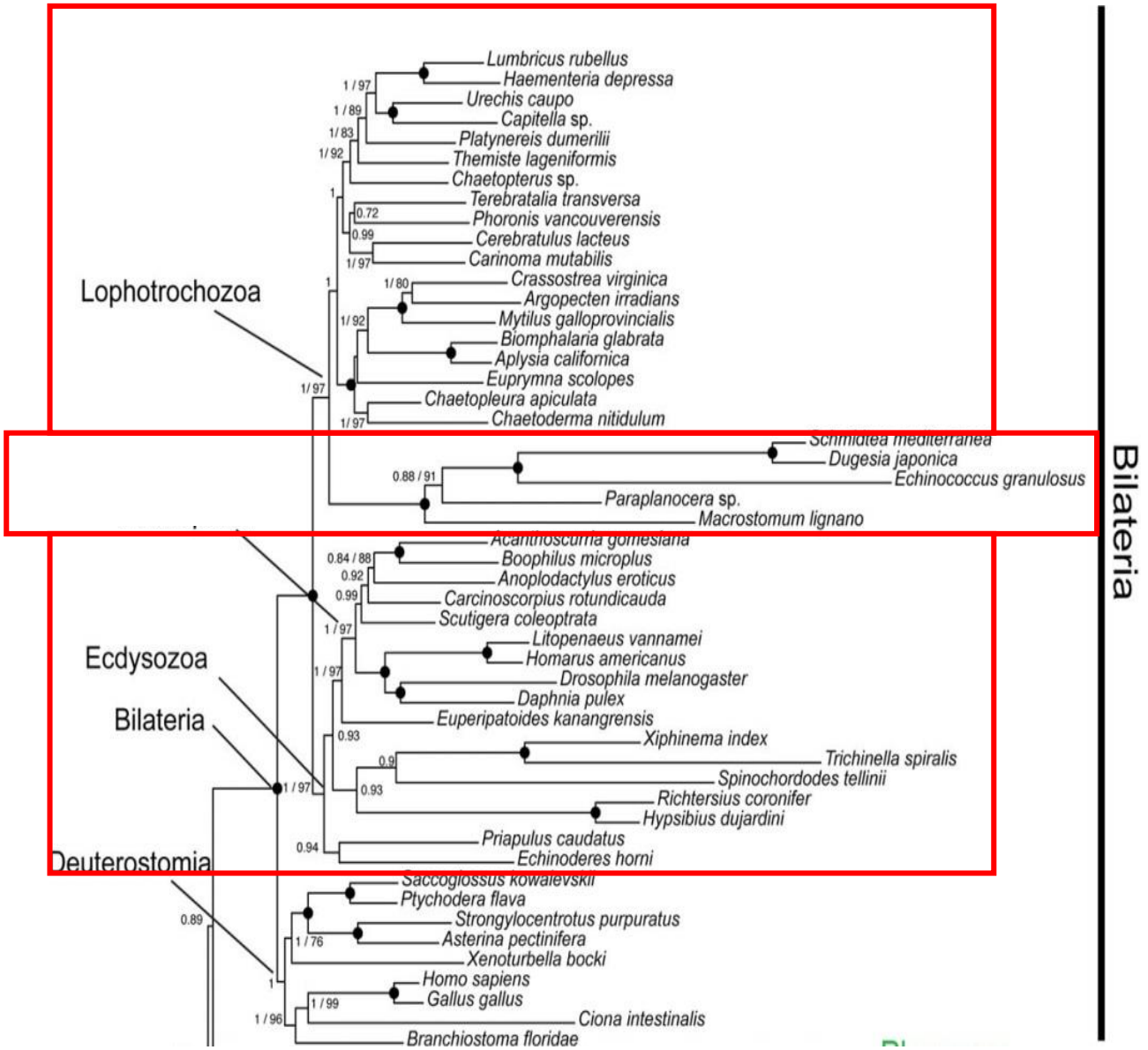


- **Oder: Jovan Hadzi (Univ Ljubljana, Slow.) – acoelomorpher Wurm**

Die verwirrende Vielfalt der Namen

Stammbaum der Bilateria & 3 „Überstämme"

- **Lophotrochozoa**
- **Platyzoa**
- **Ecdysozoa**



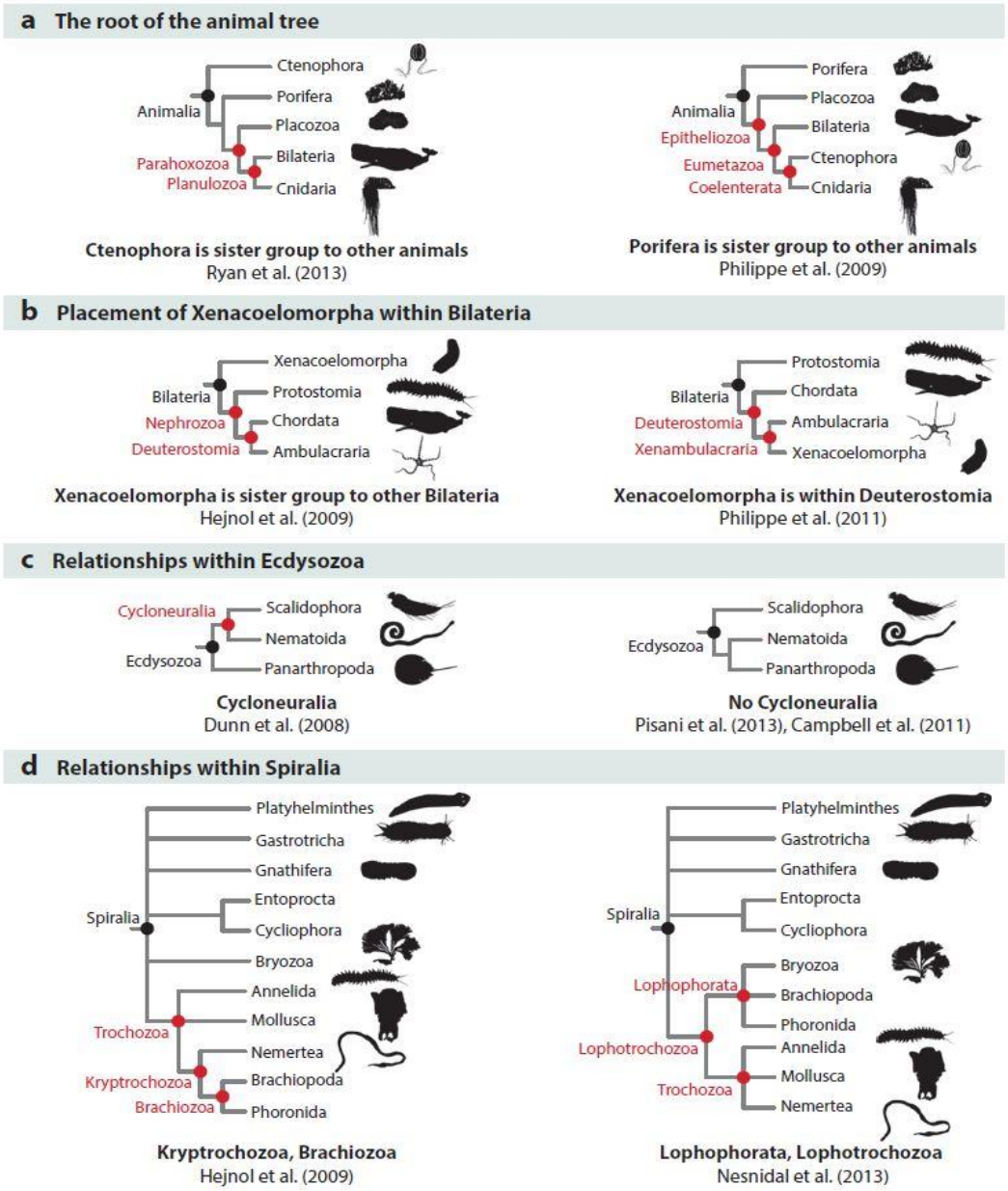
Pick et al. 2010. MBE

Das Rätselraten bei den Spiralia

- *„… endless surprises & unfathomable mysteries“*

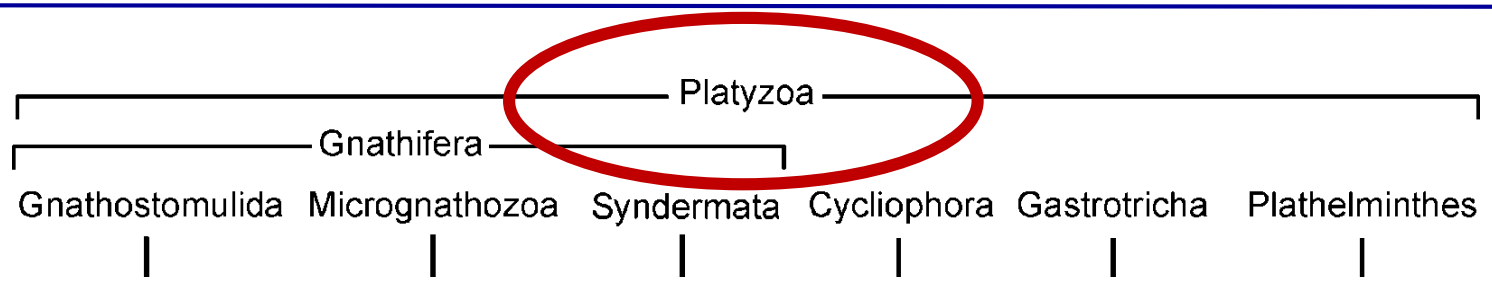
- **Ecdysozoa**

- **Lophotrochozoa**



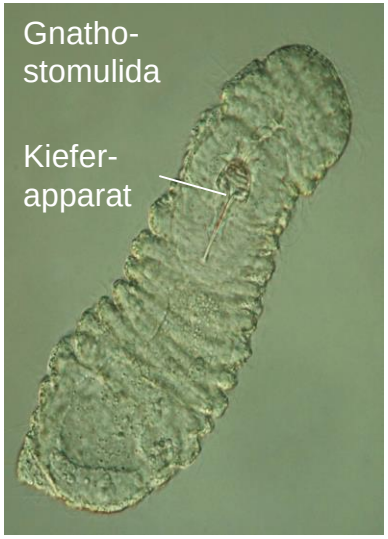
Dunn, C.W. et al. 2014. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.

Protostomia – Spiralia – „Platyzoa“: *… more out there !*

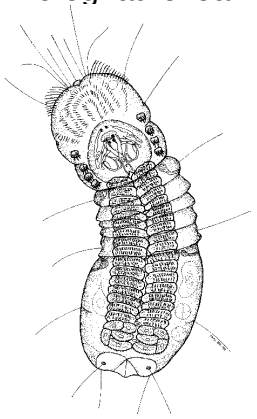


„Platyzoa haben keine eindeutigen Synapomorphien, weswegen diese Gruppierung nicht wahrscheinlicher ist als andere.“

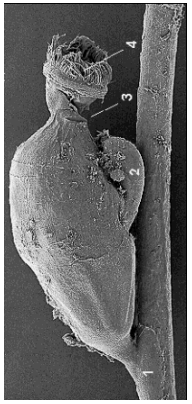
(Westheide & Rieger, 2013) – paraphyletisch (Struck et al. 2014)



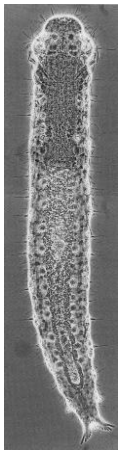
Micrognathozoa



Cycliophora

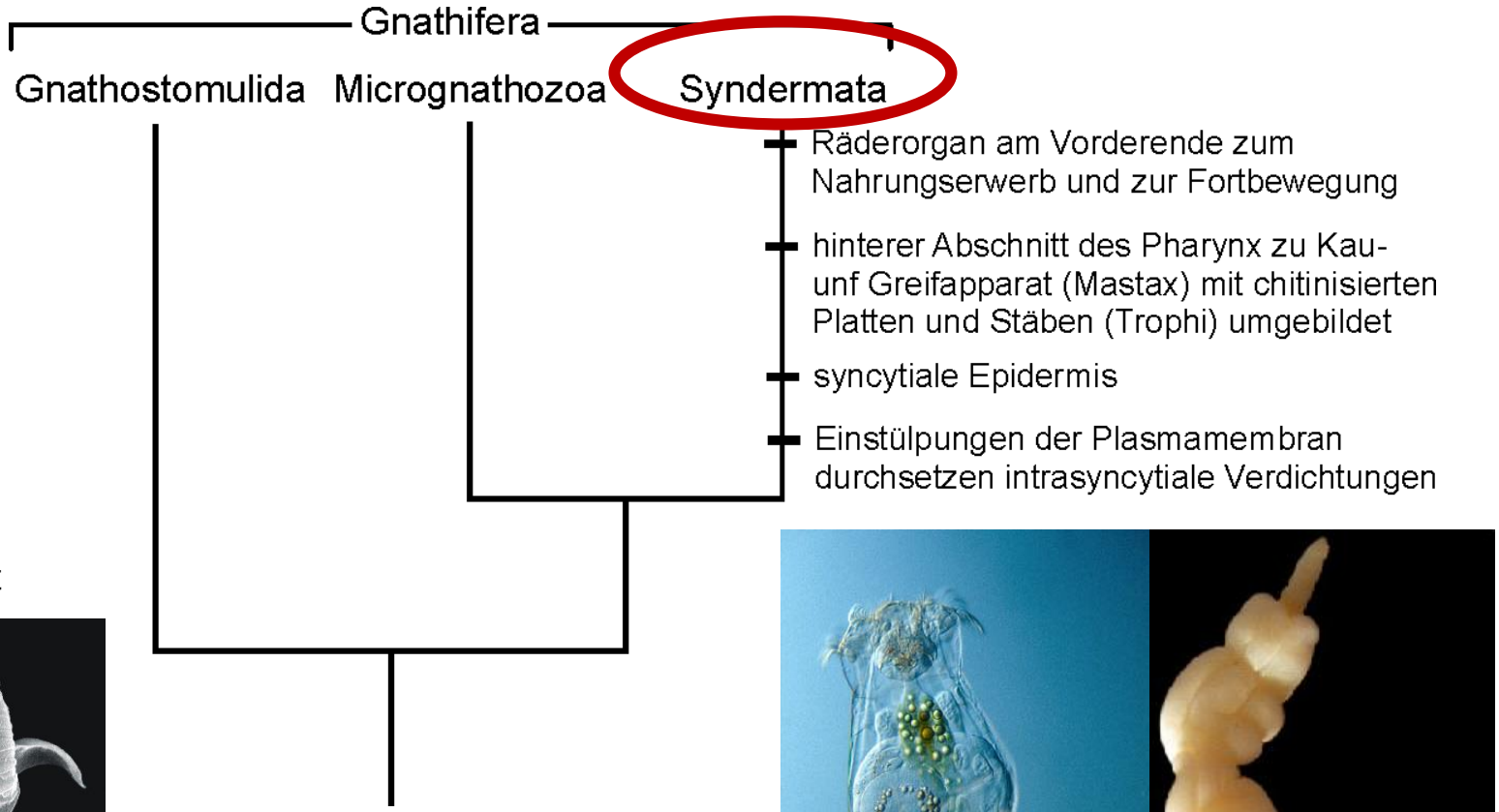


Gastro-
tricha



Platyzoa – Gnathifera

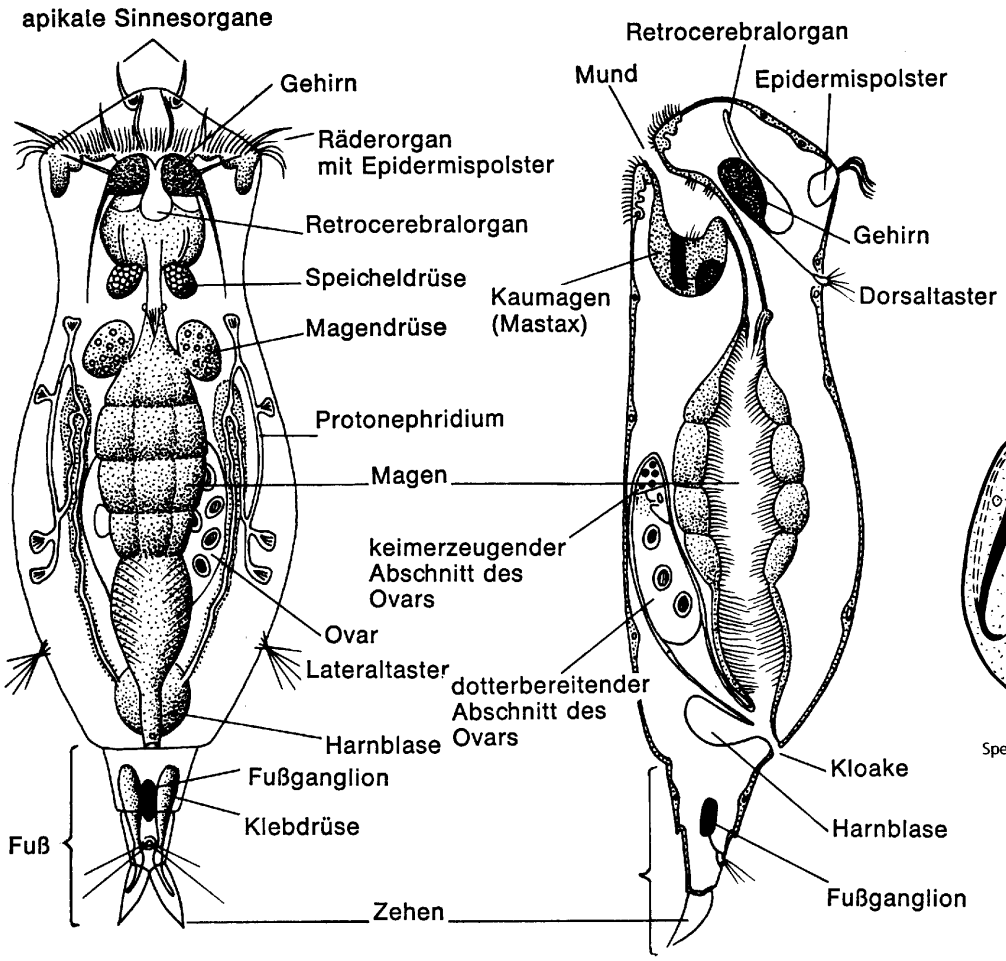
- **Gnathifera**



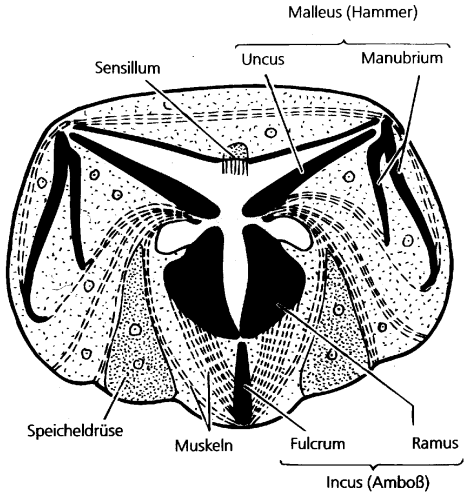
Kieferapparat

Platyzoa

- **Gnathifera: Syndermata**

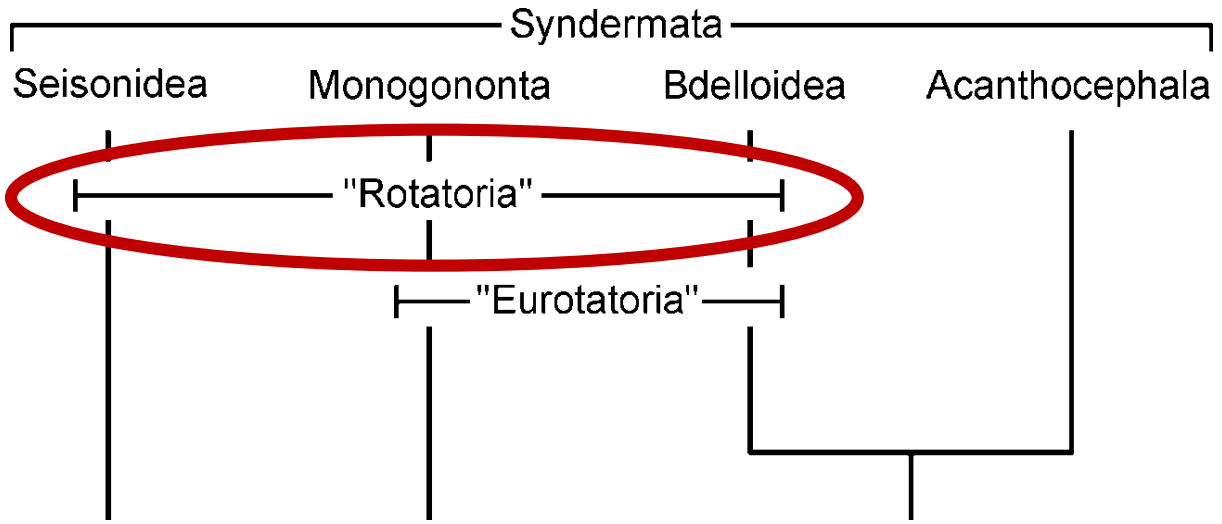


Mastax

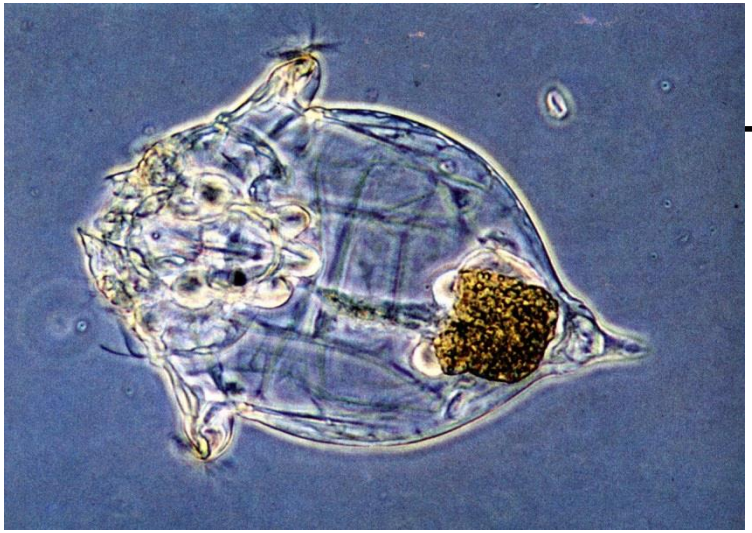


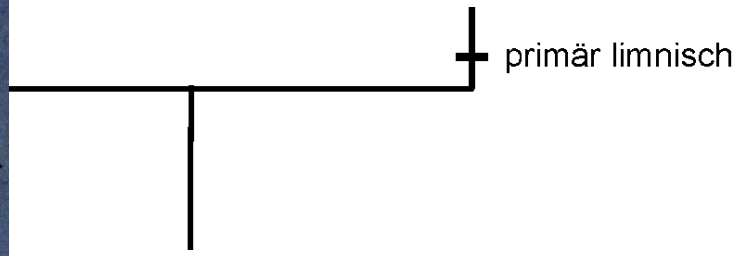
Platyzoa

- **Syndermata**



„Rotatoria sind vermutlich paraphyletisch, da Acanthocephala mit einer Teilgruppe näher verwandt sind als andere Mitglieder“. **(Westheide & Rieger, 2013)**

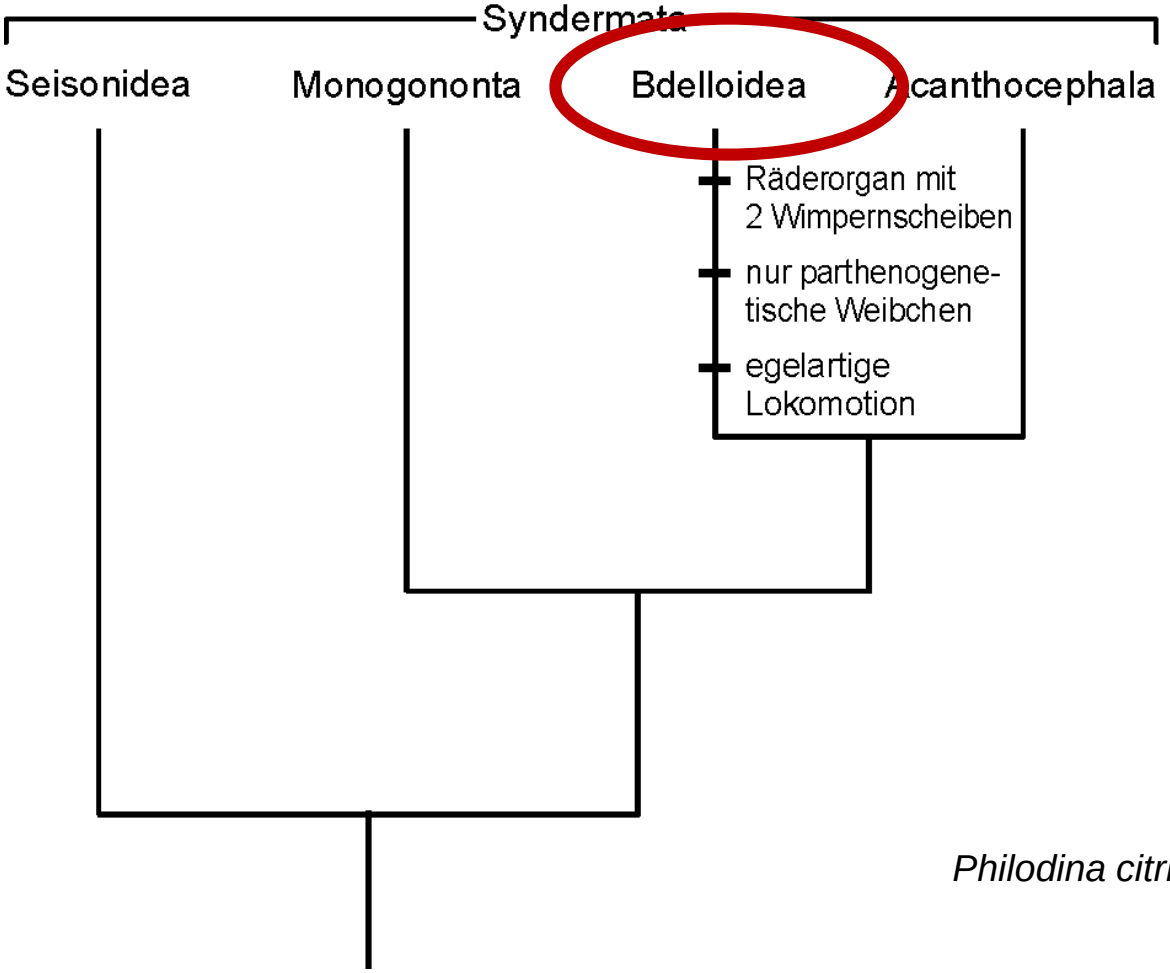


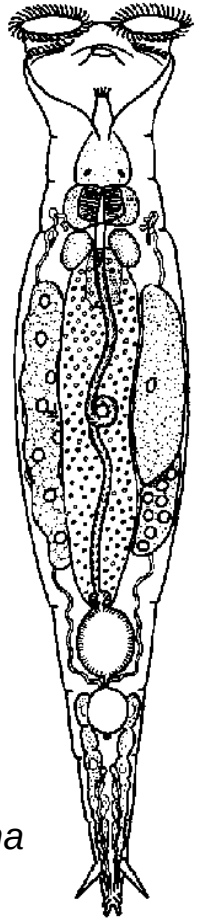


Synchaeta, Monogononta

Rotifera = Rotatoria (Rädertierchen)

- **Syndermata**

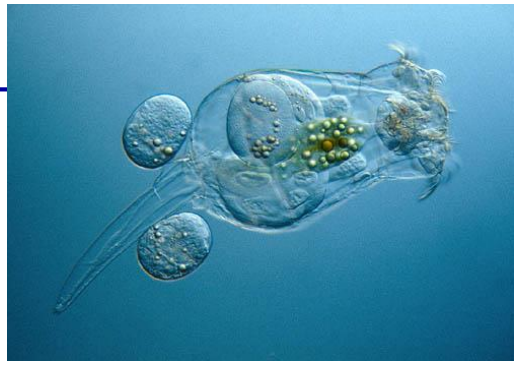


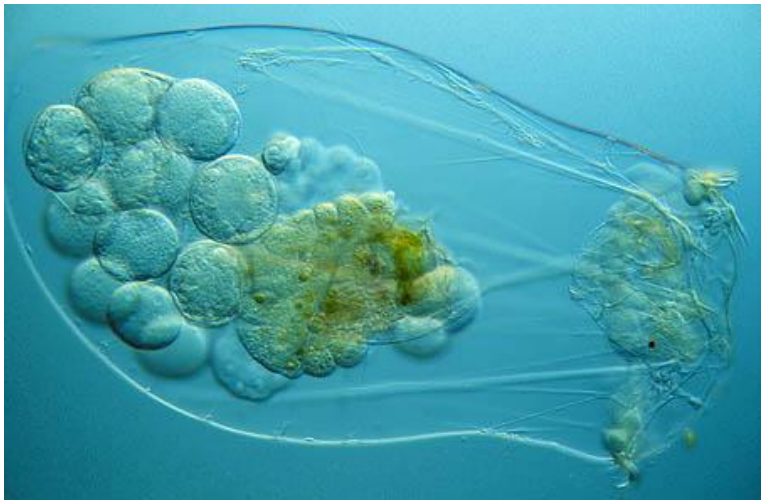


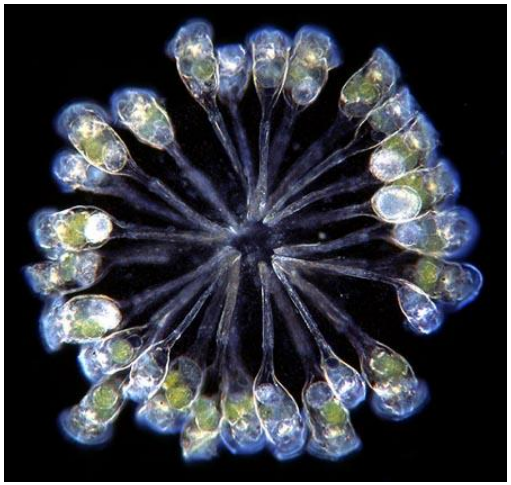
Philodina citrina

Rotifera = Rotatoria (Rädertierchen)

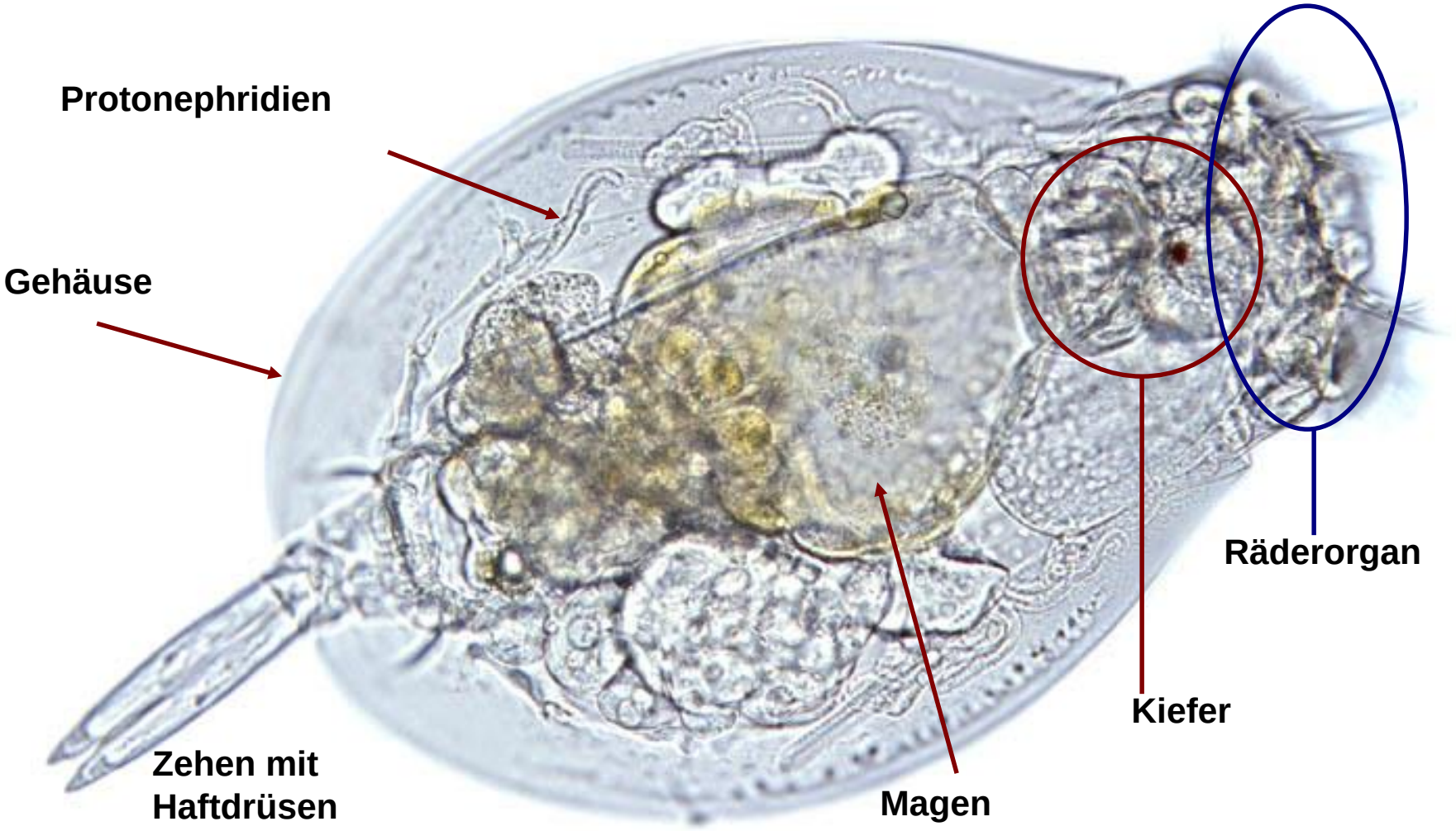
- **mikroskopisch klein**
- **Lebensräume: Süßwasser & Meer**







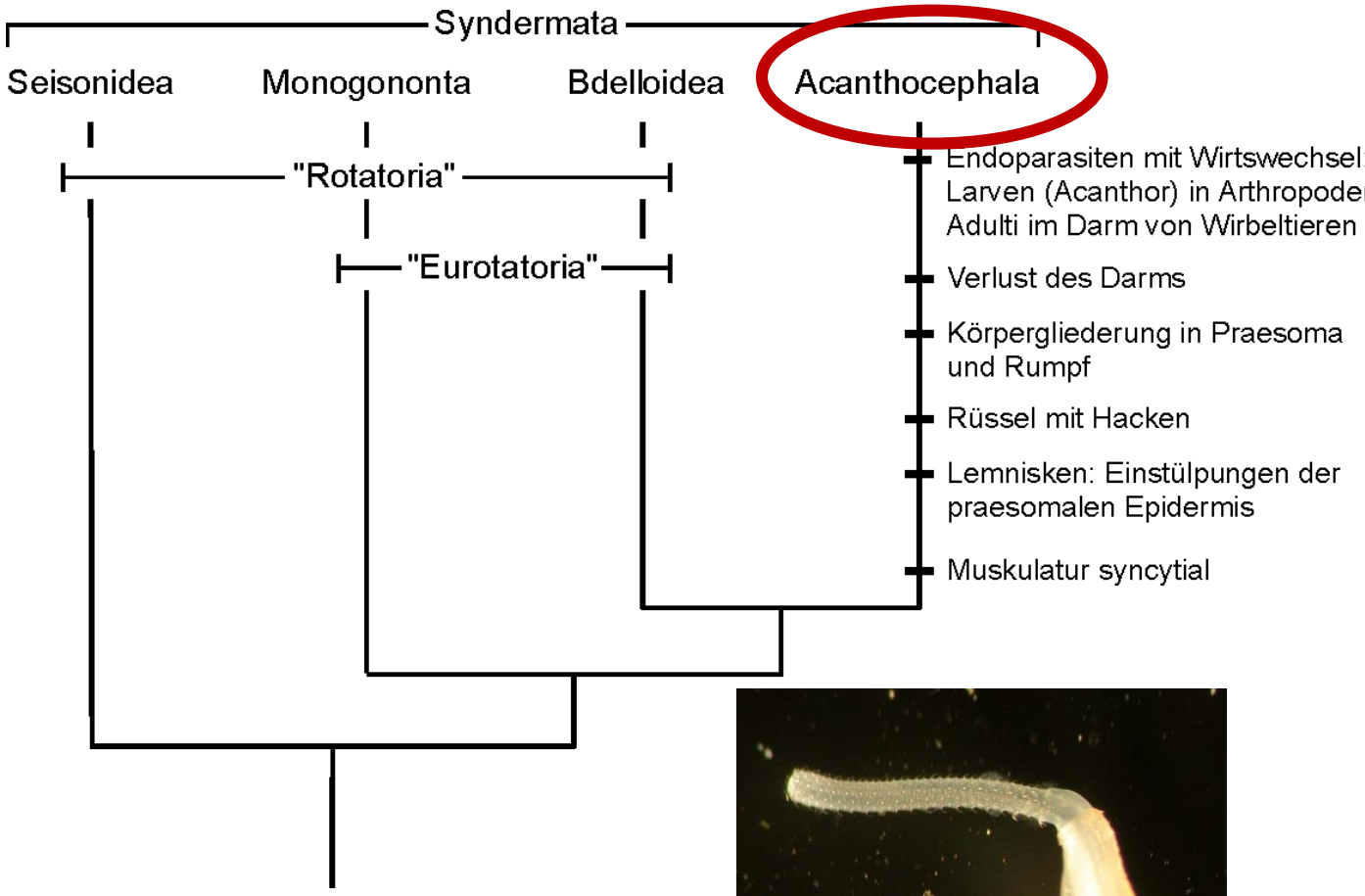
Rotifera = Rotatoria (Rädertierchen)



Euchlanis

Platyzoa – Syndermata

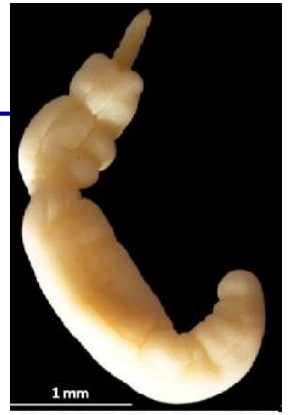
- **Acanthocephala = Kratzer**



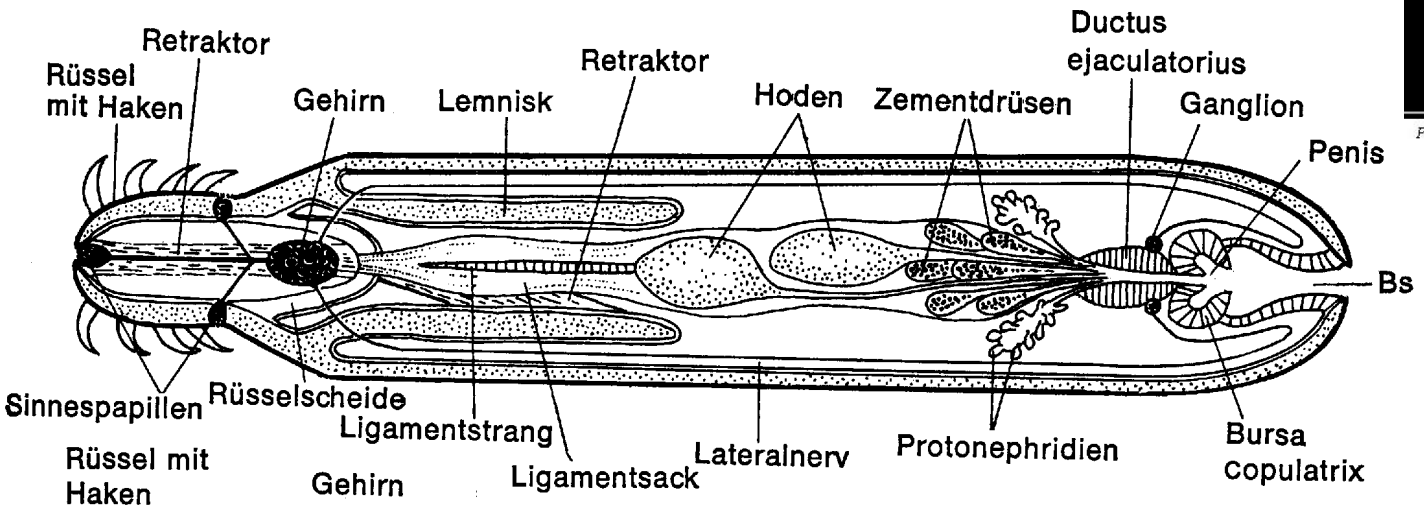
Pomphorhynchus laevis (Zoega, 1776)

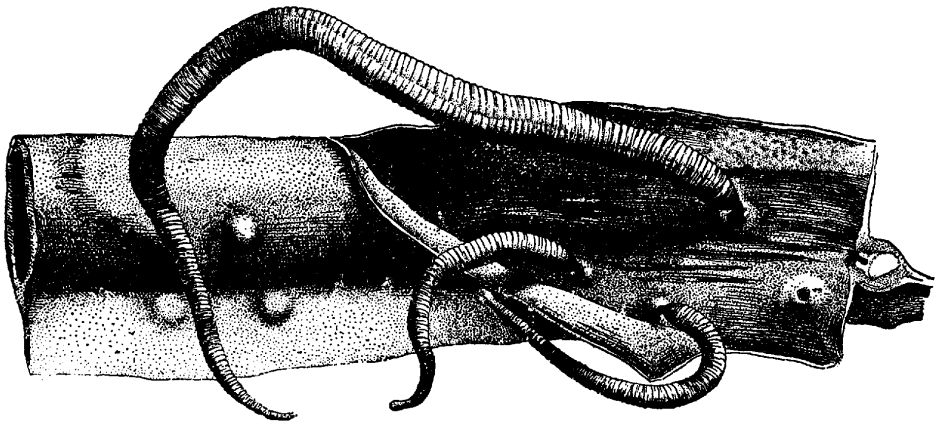
Acanthocephala

- **700 Arten – Wirbeltier-Parasiten**



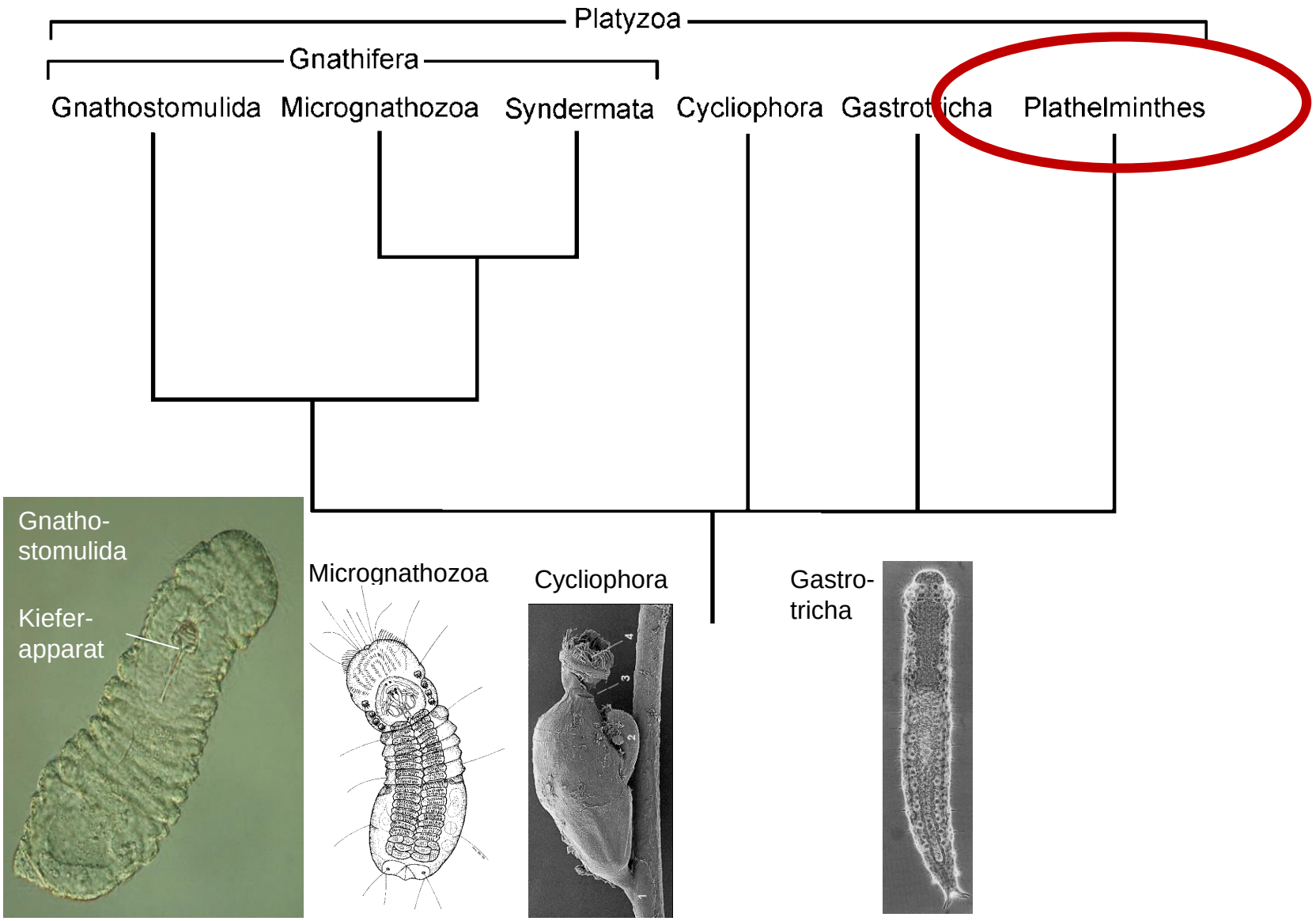
Pomphorhynchus laevis (Zoega, 1776)





Pomphorhynchus in Fischdarm

Protostomia – Spiralia – „Platyzoa“: *... more out there !*



Plathelminthes – Plattwürmer

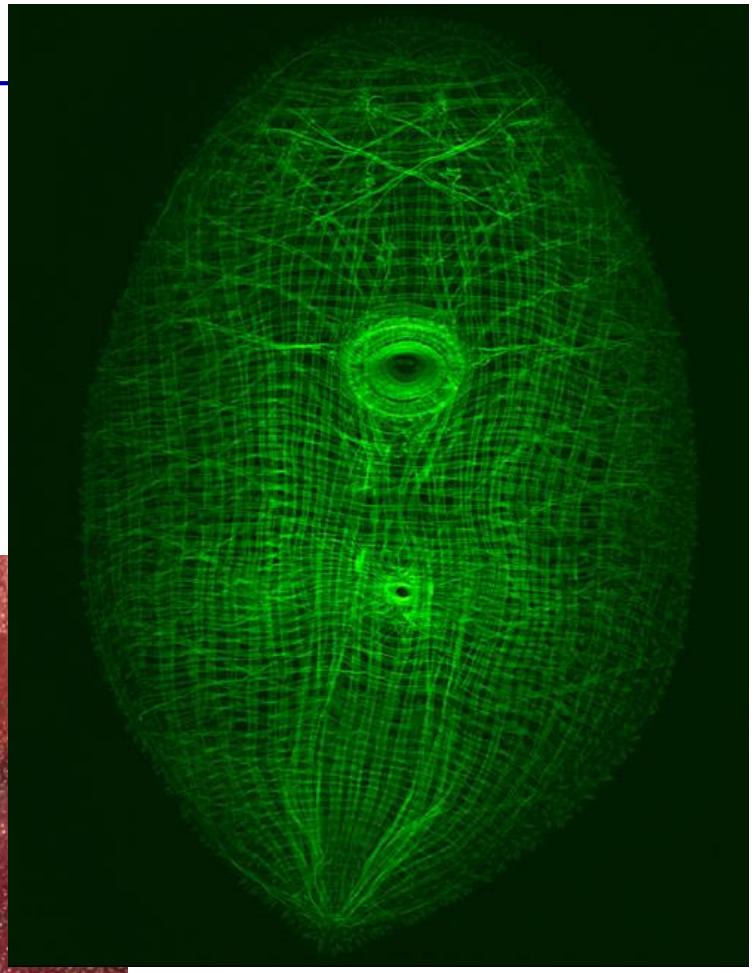
Polycladida

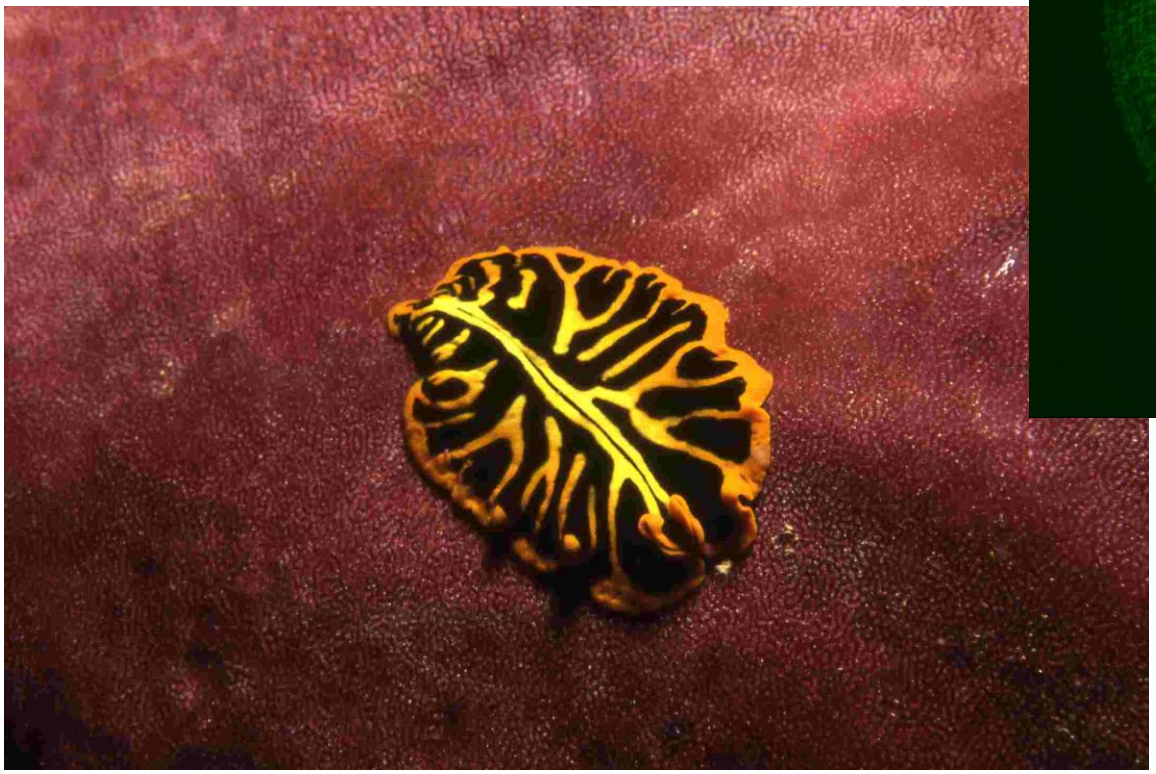
Plathelminthes – Plattwürmer

- **~ 18.000 Arten weltweit**
- **Lebensräume: Meer, Land, Süßwasser, parasitisch**
- **Größe:**
  - **freilebend: mikroskopisch klein bis zentimetergroß**
  - **parasitisch: zentimeter- bis metergroß (Fischbandwurm bis 20 m)**

Plathelminthes – Plattwürmer

- **Wichtige Merkmale:**
  - **dorsoventral abgeplattet**
  - **Hautmuskelschlauch**
    (äußere Ring- und innere Längsmuskulatur)
  - **sackförmiger Darm**





Plathelminthes – Plattwürmer

- **Reproduktion:**

  - fast alle Plathelminthen sind Zwitter

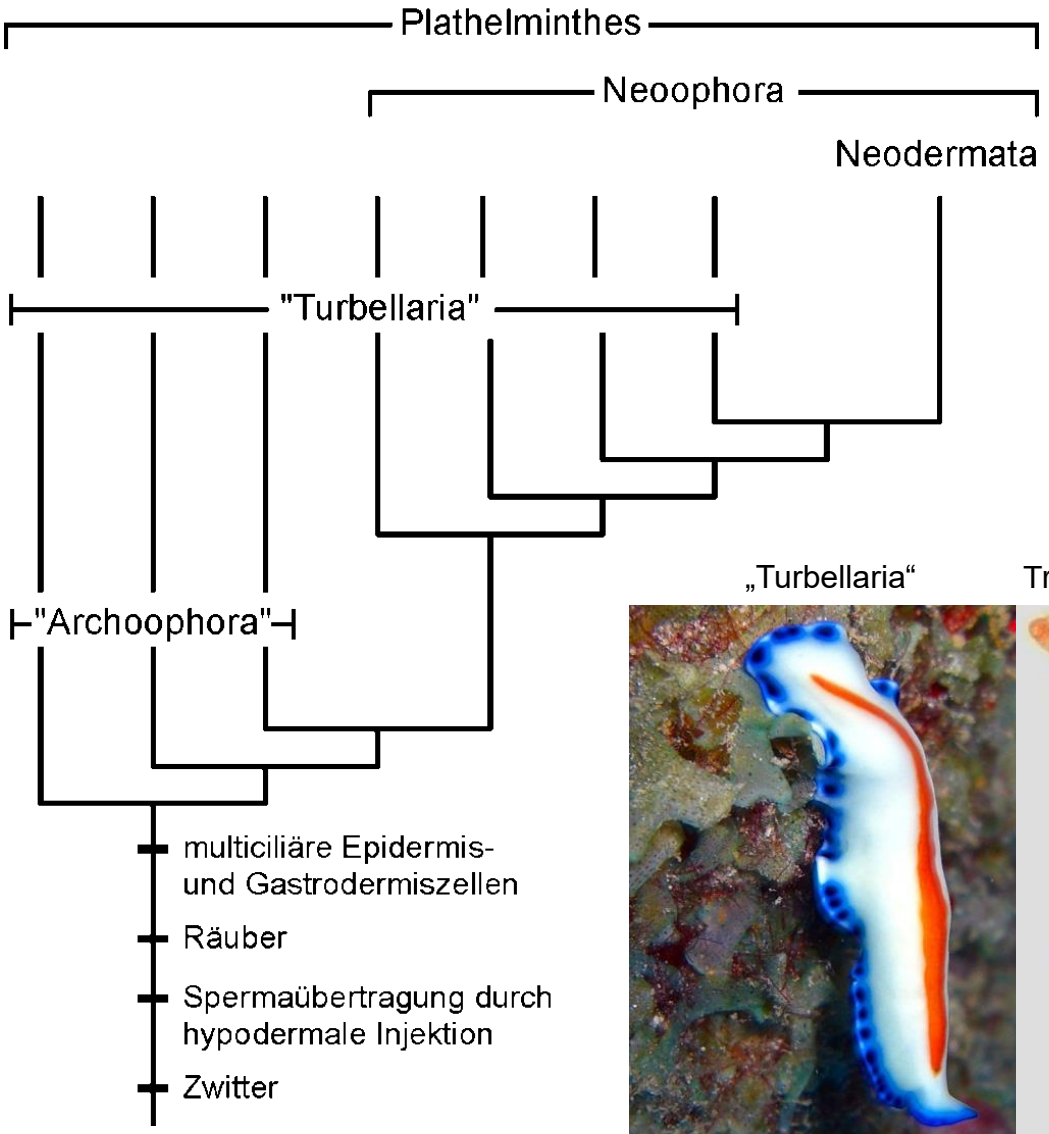
  - i. d. Regel findet Fremdbefruchtung statt

  - Geschlechtsorgane & Reproduktionsarten vielfältig

- ***„penis fencing“***

  bei Polycladen als Wettkampf um die Rolle des spermiengebenden Partners

Diversität bei Plathelminthes



Polycladida

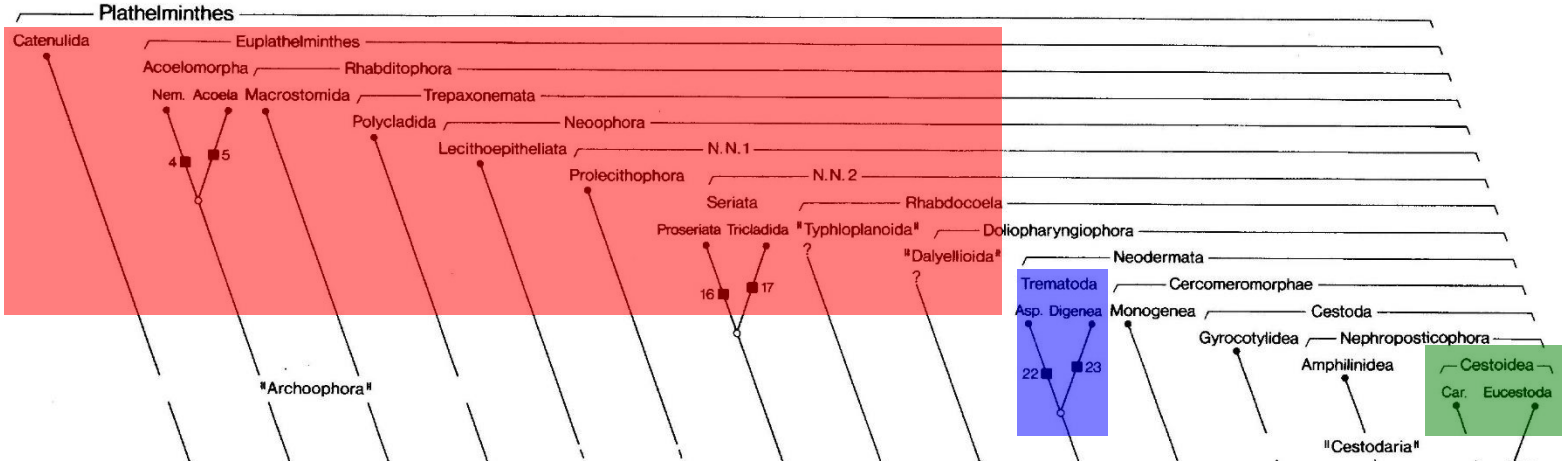
„Turbellaria“ Trematoda Cestoda

Phylogenie der Plathelminthes

- **Lehrbuchsystematik:**
  - **Klasse Turbellaria (freilebende Plattwürmer)**
  - **Klasse Trematoda (Saugwürmer)**
  - **Klasse Cestoda (Bandwürmer)**

paraphyletisch

monophyletisch

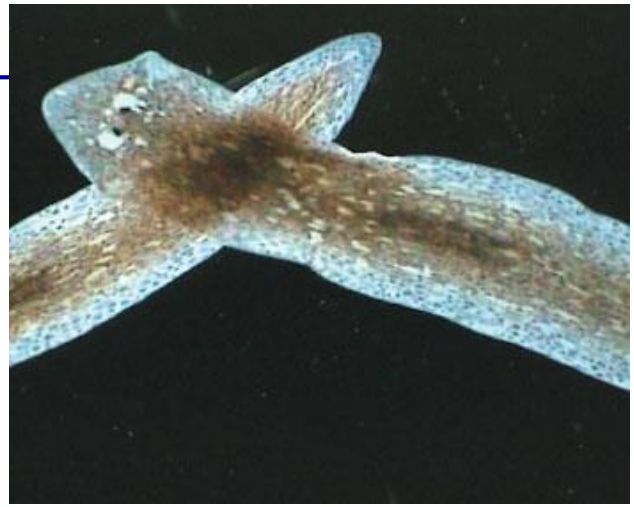


„Turbellarien“ = traditionell alle freilebenden Plathelminthen & einige kommensalische oder parasitische Taxa, die nicht zu Neodermata gehören.“

(Westheide & Rieger, 2013)

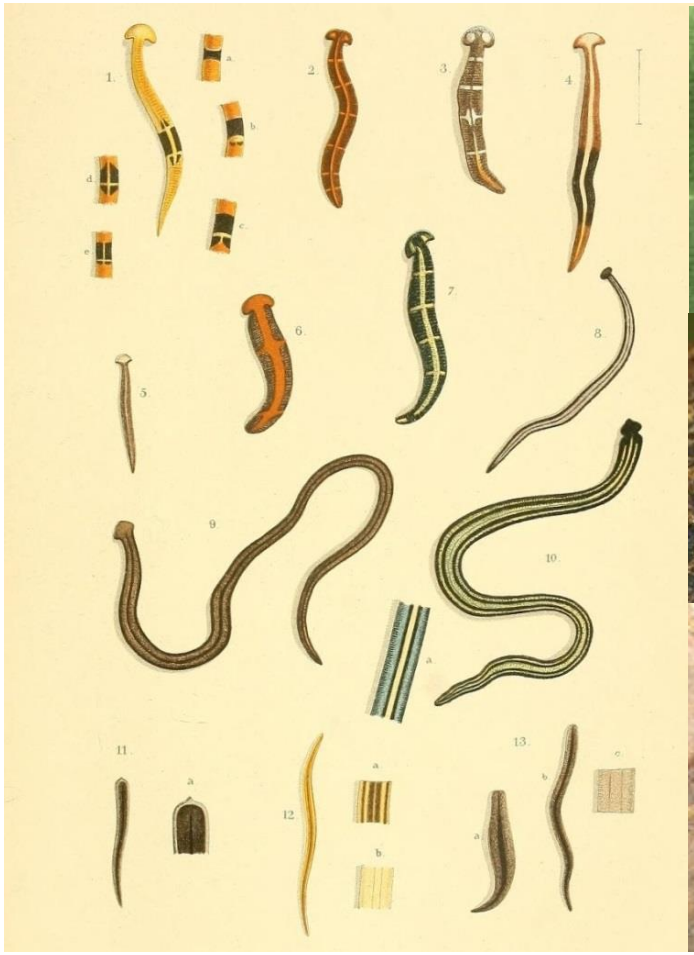
Plathelminthes

- **„Turbellaria“ (Strudelwürmer): Tricladida**
  - **meist um 1 cm groß**
  - **einheimisch im Süßwasser („Planarien“)**
  - **Bewegungsweise durch ciliäres Gleiten**

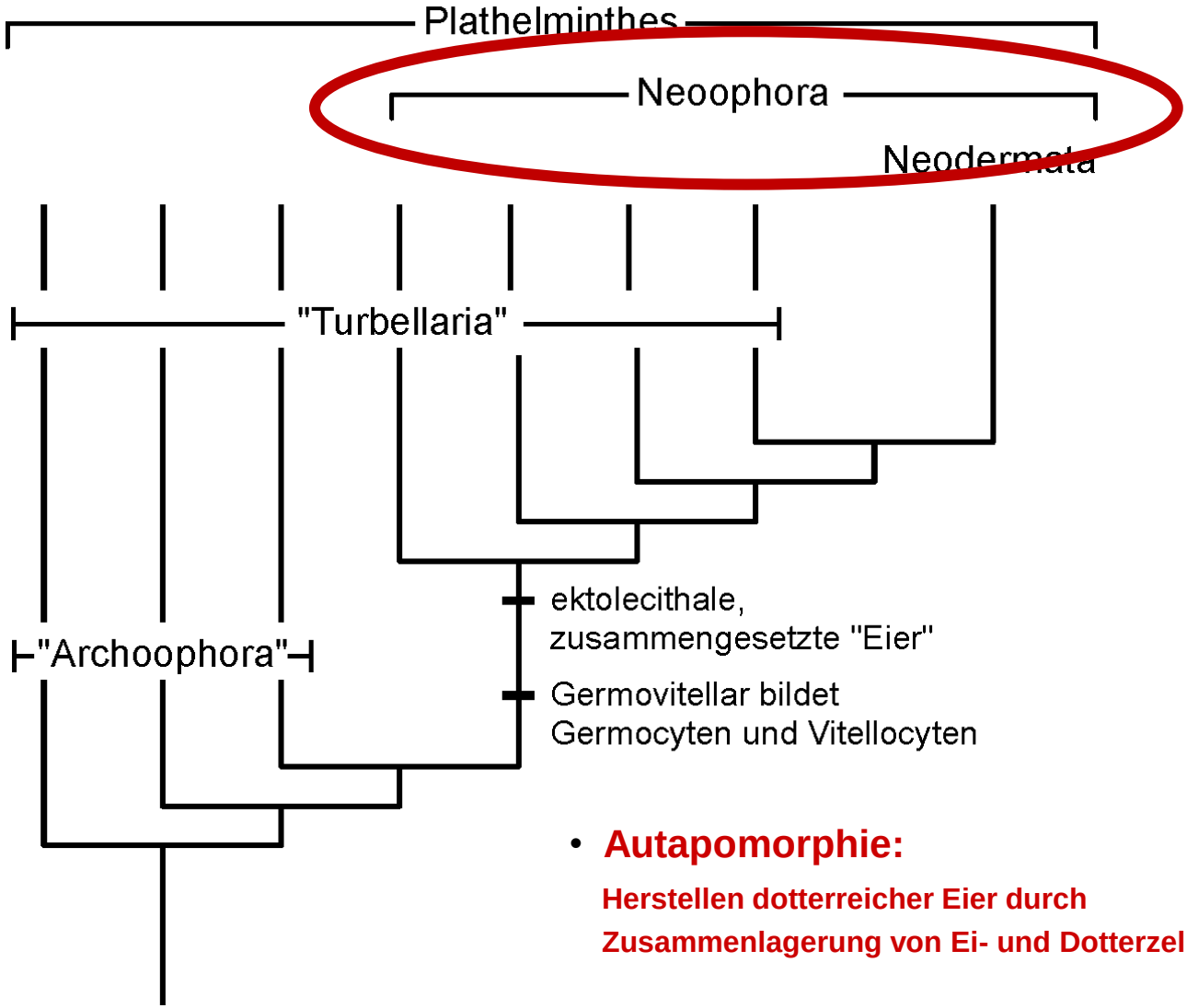


Plathelminthes

- „Turbellaria“ (Strudelwürmer): Tricladida
  - in den Tropen leben farbfrohe Landplanarien
  - einige Arten als Neozoen verbreitet



Plathelminthes

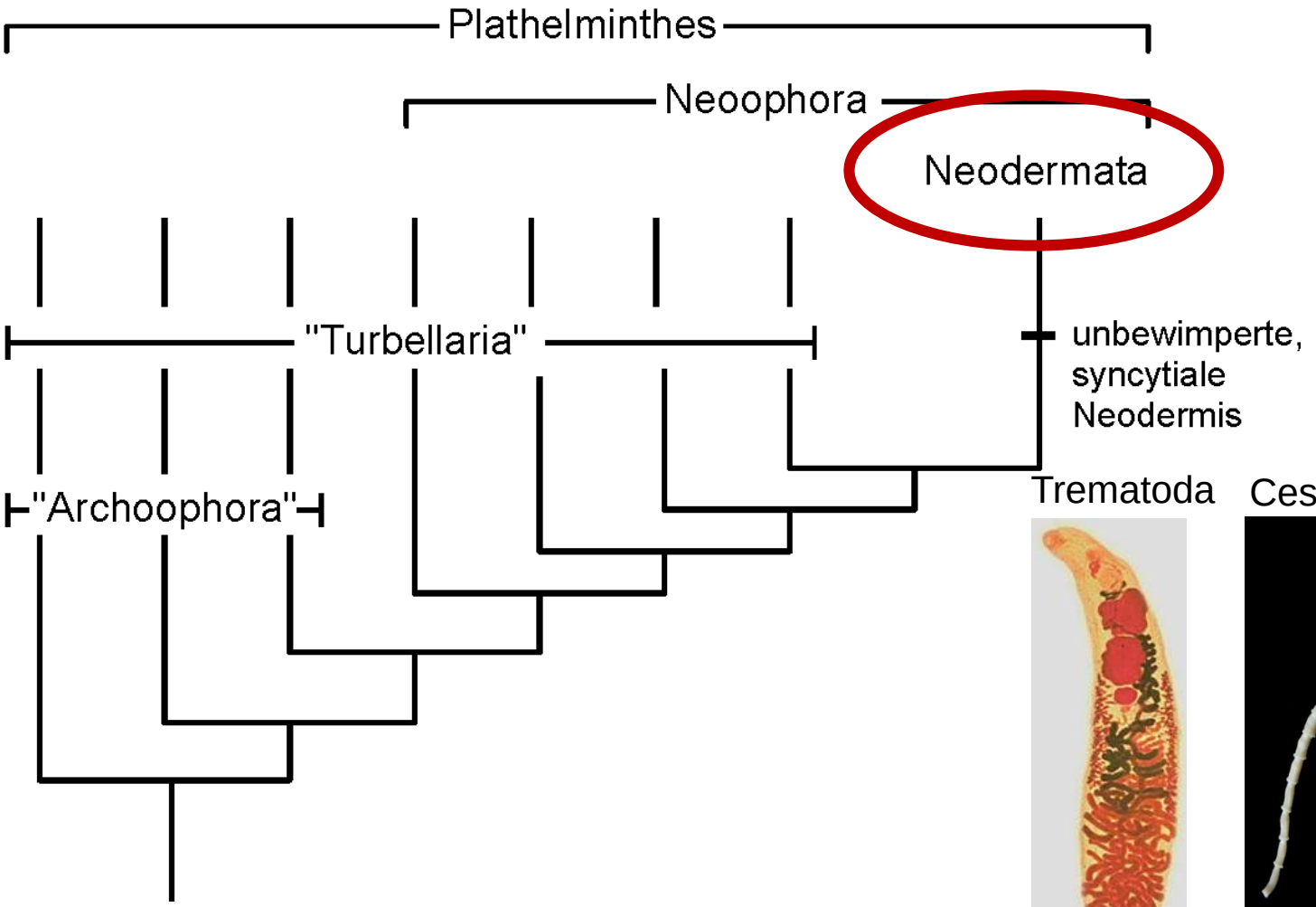


- **Autapomorphie:**

  Herstellen dotterreicher Eier durch Zusammenlagerung von Ei- und Dotterzellen

Plathelminthes

- **Neodermata**

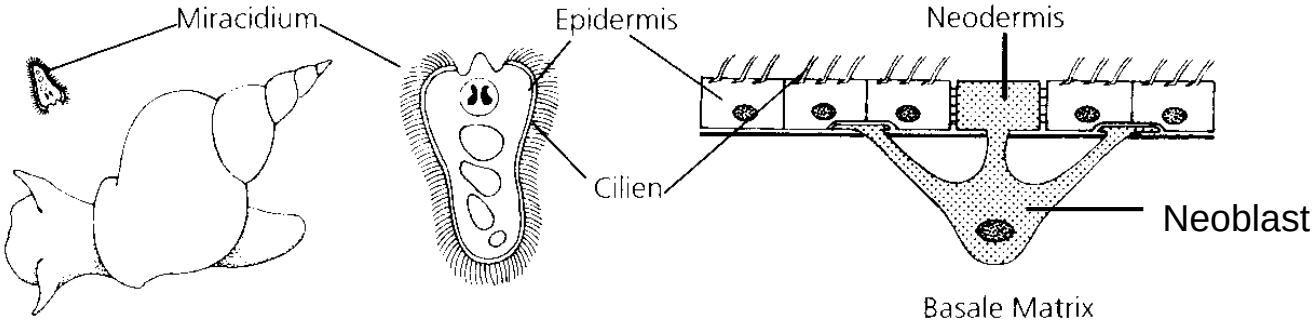


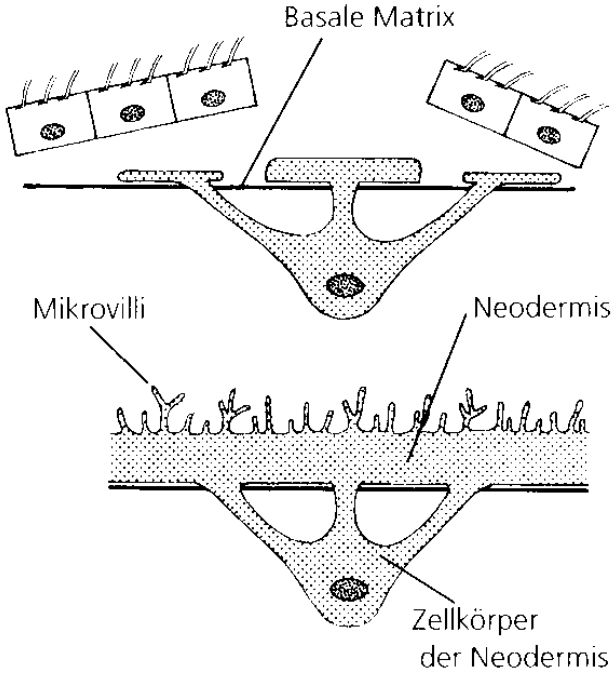
Trematoda

Cestoda

Plathelminthes

- **Neodermata – Ausbildung der Neodermis**





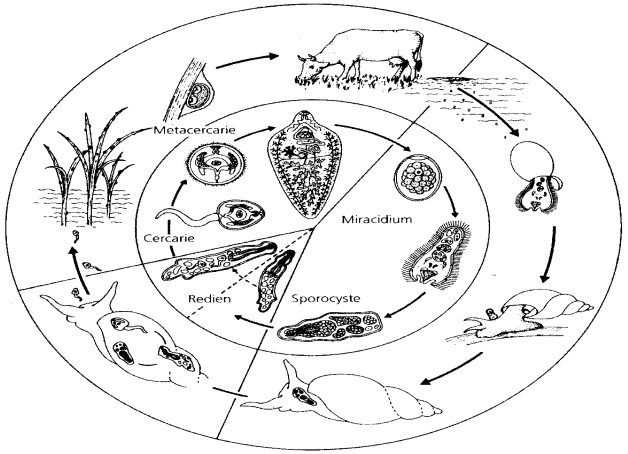
Der Name Neodermata bezieht sich auf eine im Vergleich zu freilebenden Plathelminthen andere („neue“) Epidermis, die **Neodermis**.
Diese entsteht aus Stammzellen unter der Epidermis und verdrängt die Epidermiszellen.
Die Neodermis ist syncytial.

Plathelminthes

- **Neodermata**

  - **Die Stammart der Neodermata ist zur parasitischen Lebensweise übergegangen.**

  - **Die beiden artenreichsten Teilgruppen der Neodermata sind die**
    - Digenea (ca. 7200 Arten) und die
    - Cestoda / Bandwürmer (ca. 3500 Arten)

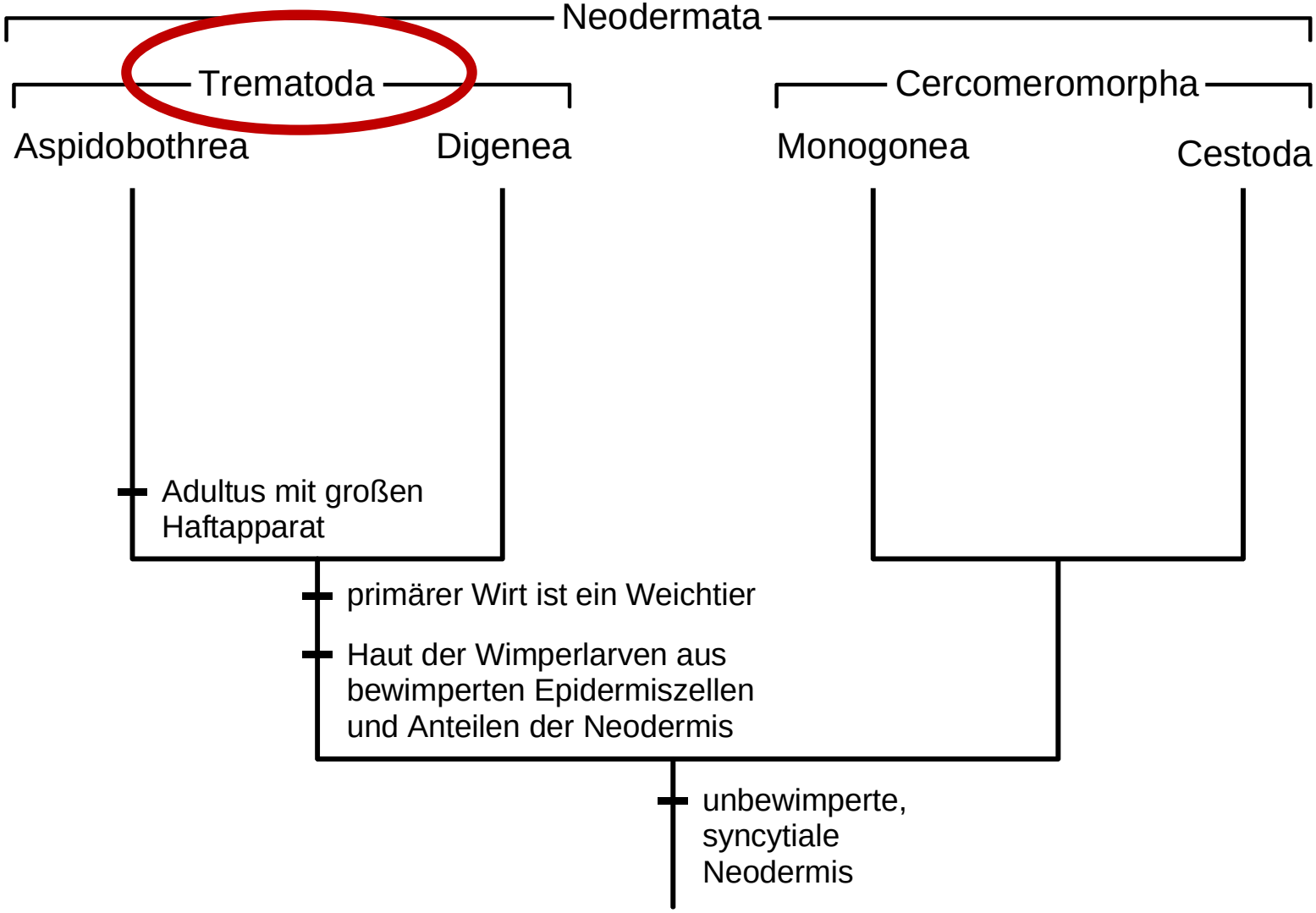


  - **Parasiten leben in „vergänglichen Lebensräumen“**
    - müssen durch z.T. komplizierte Lebenszyklen sicherstellen, dass einige Nachkommen neue Wirte erreichen.

  - **Der Verlust ist oft enorm hoch, deswegen werden viele Nachkommen gebildet durch viele Eier oder ungeschlechtliche Vermehrung der Larven**

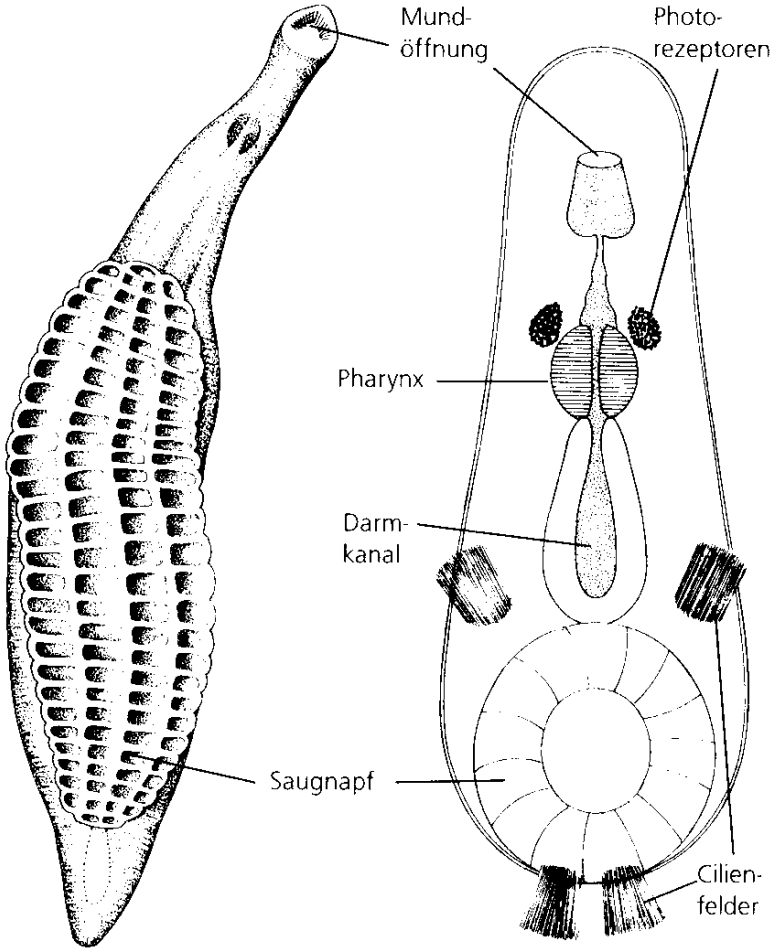
Plathelminthes

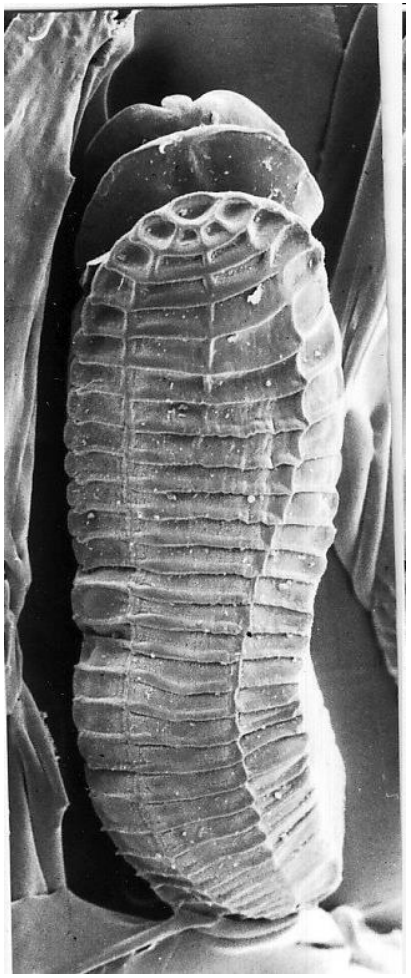
- **Neodermata**



Plathelminthes

- **Neodermata: Trematoda: Aspidobothrii**

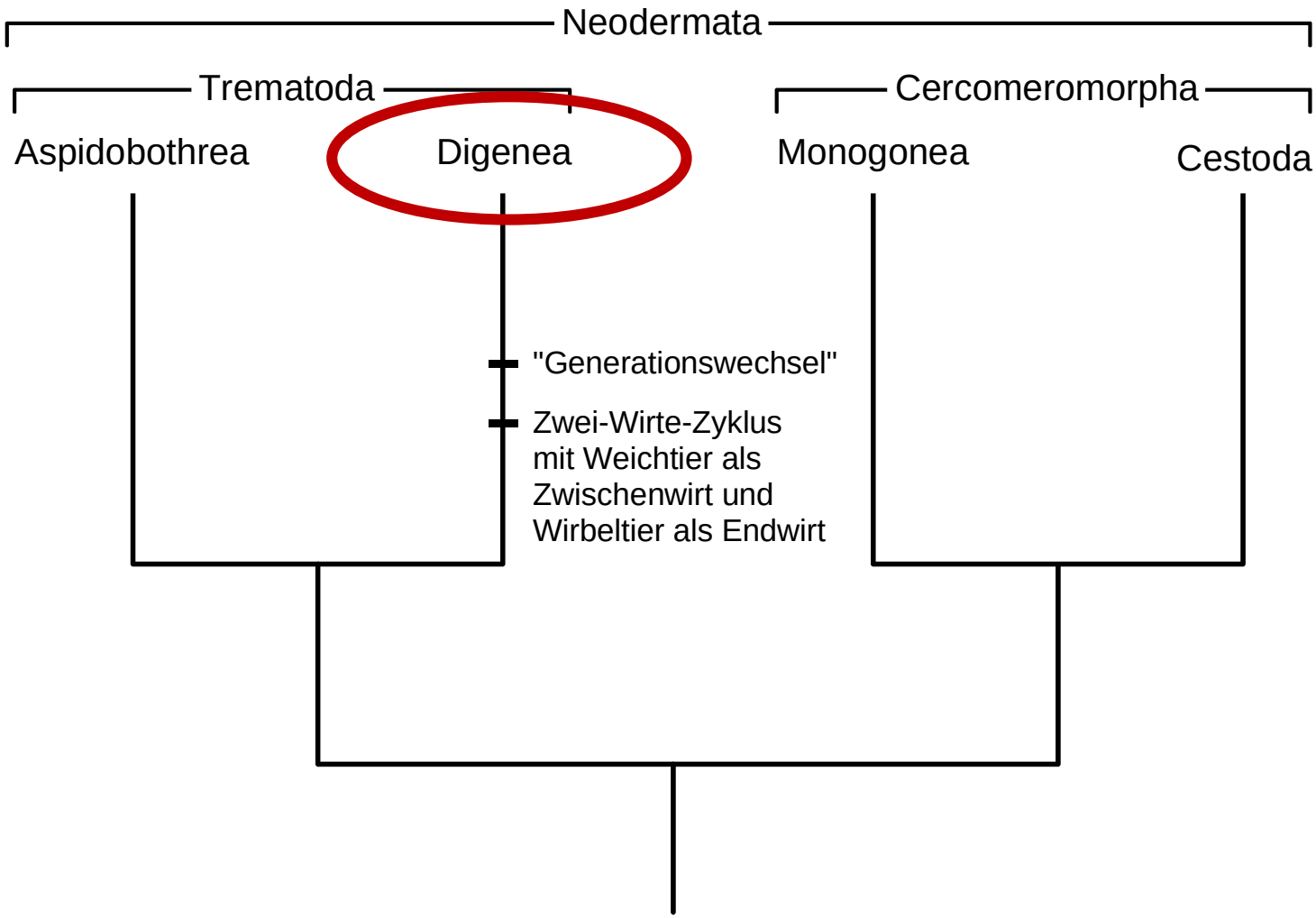




Lobatostoma manteri

Plathelminthes

- **Neodermata**



Plathelminthes

- **Neodermata: Trematoda: Digenea**

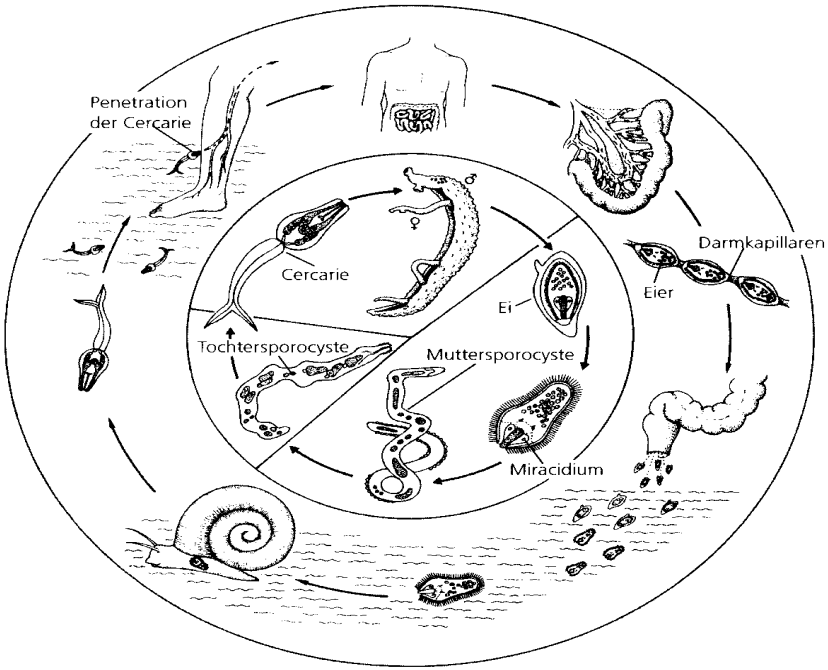
Fasciola hepatica, Digenea

Plathelminthes

- **Neodermata: Trematoda: Digenea**

Plathelminthes

- **Digenea**
  - **eine Teilgruppe der Saugwürmer (Trematoda)**
  - **Adulte mit 2 Saugnäpfen und dreischenkeligem Darm**
  - **Lebenszyklus mit Wirts- und Generationswechsel**
  - **Endwirt sind immer Wirbeltiere, Zwischenwirt Schnecken**
  - **Sie beinhalten ökonomisch und medizinisch wichtige Vertreter**
  - **Lebenszyklen:**
    angepasst an bestimmte Bedingungen, es gibt aber gemeinsame Prinzipien



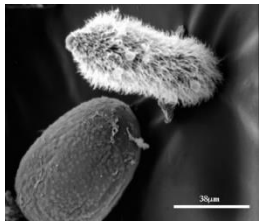
Plathelminthes

- **Digenea - Wirtwechsel**

Endwirt
Wirbeltier

adulter
Wurm

Funktion: Eiproduktion

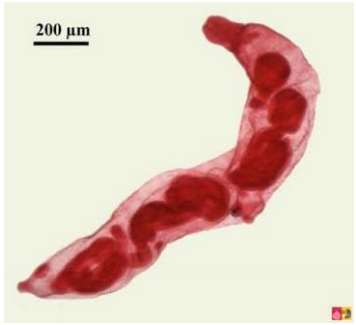


Miracidium

Funktion: Mobilität zum
Zwischenwirt

Cercarie

Funktion: Mobilität
zum Endwirt



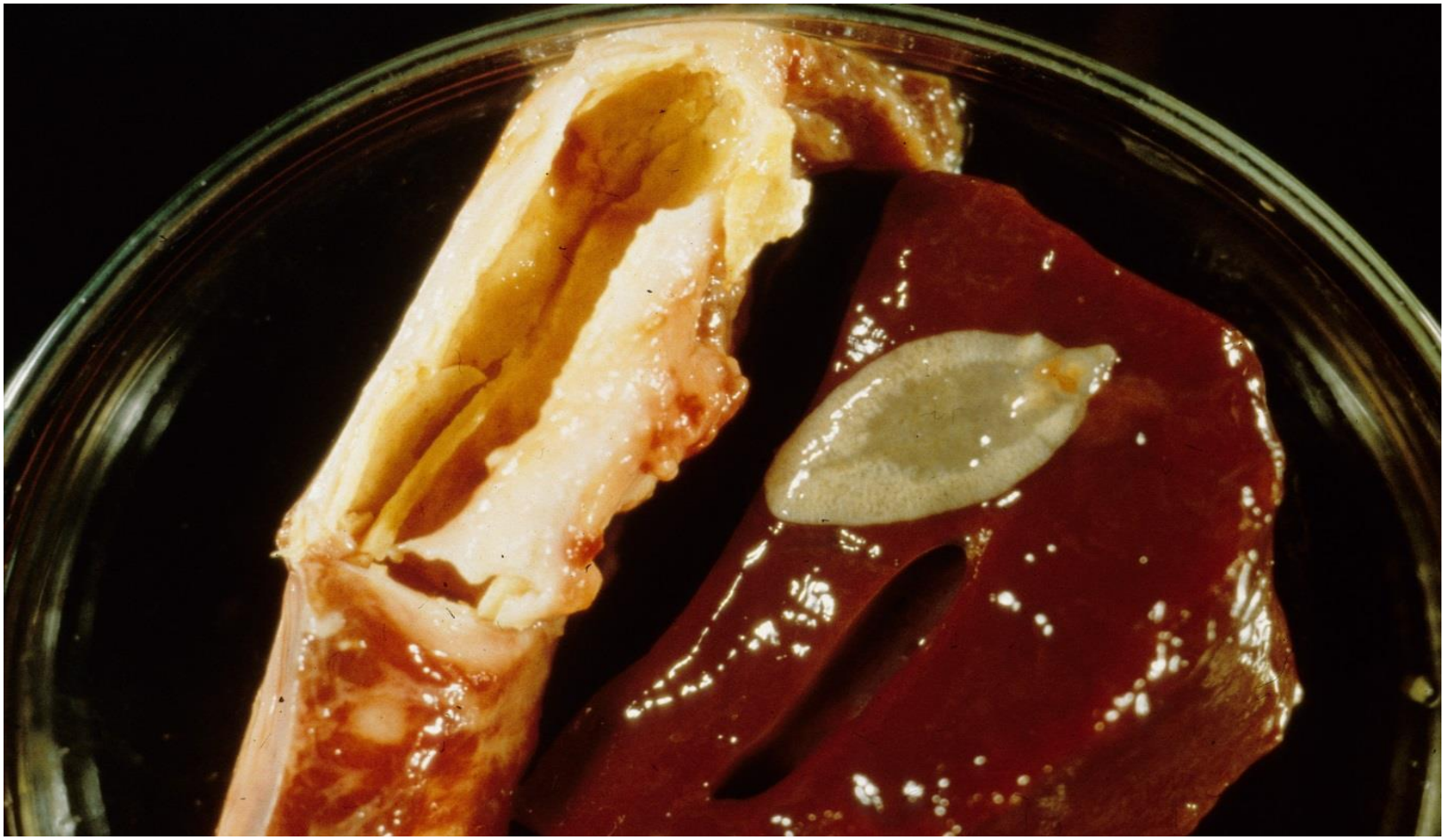
Sporocyste

Funktion: Vermehrung der Anzahl
von Larvenstadien

Zwischenwirt
Schnecke

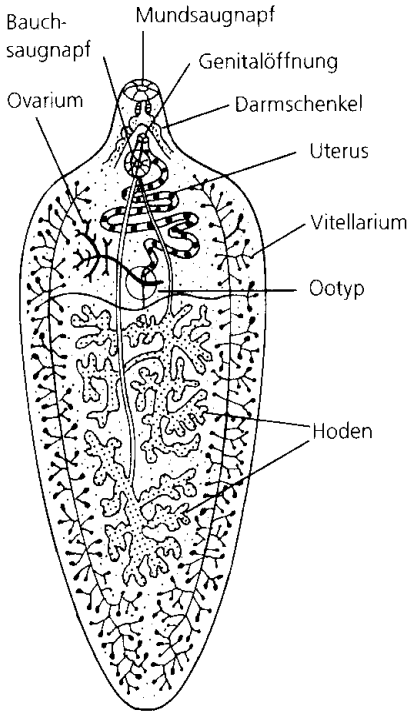
Plathelminthes – Digenea

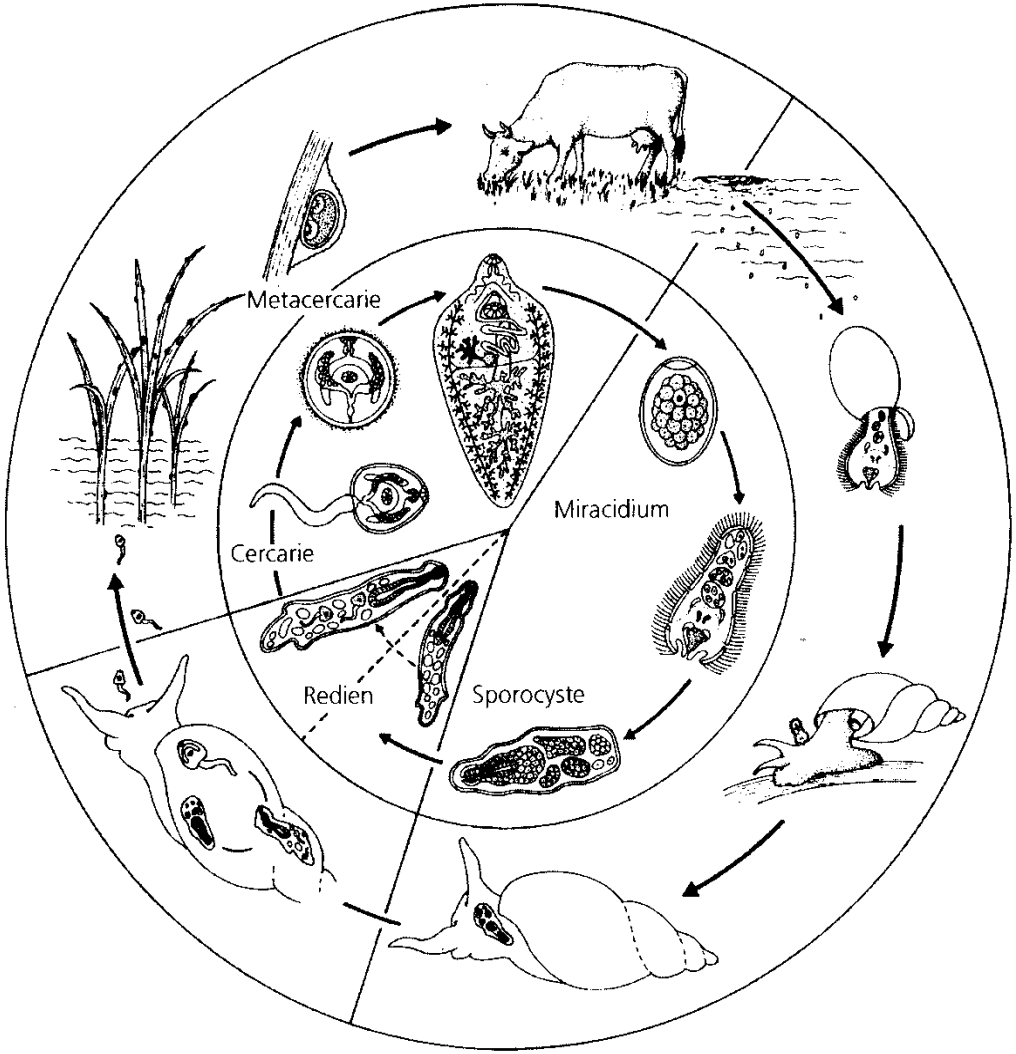
- **Der große Leberegel (*Fasciola hepatica*)**
  - einheimisch, Lebensraum feuchte Wiesen, Endwirt vor allem Kühe
  - Adulte leben in Gallengängen



Plathelminthes – Digenea

- **Lebenszyklus von *Fasciola hepatica* (Grosser Leberegel)**



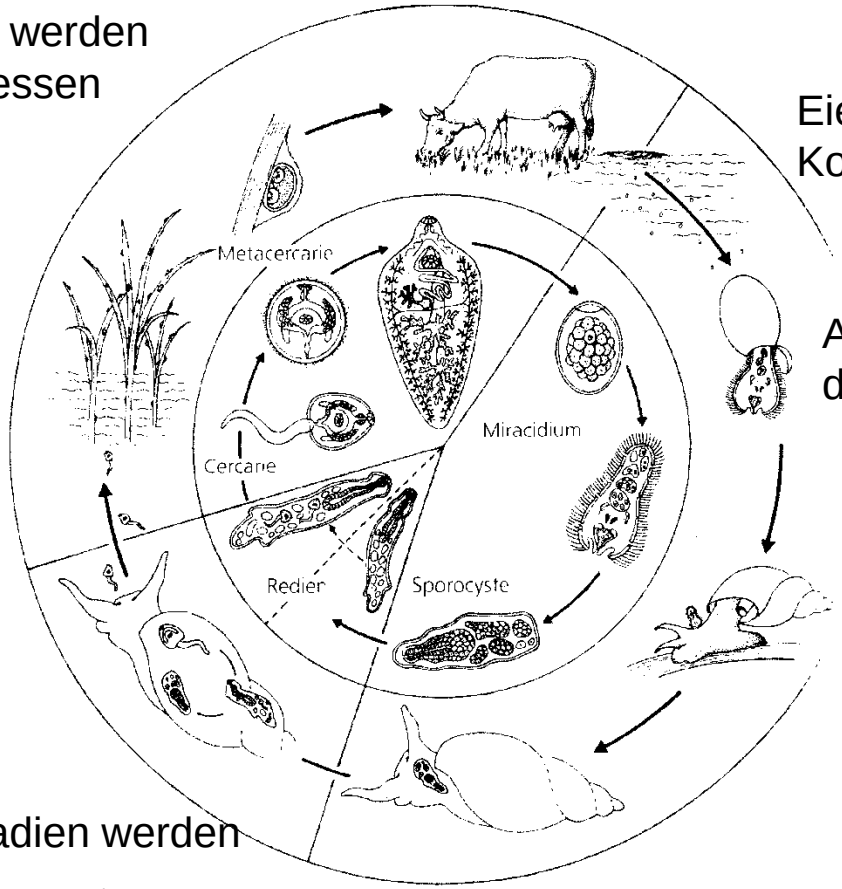


Plathelminthes – Digenea

- **Lebenszyklus von *Fasciola hepatica* (Grosser Leberegel)**

Die encystierten Cercarien (Metacercarien) werden von Kühen gefressen

Cercarien verlassen die Schnecke, schwimmen zu Vegetation und bilden dort eine Cyste



Eier gelangen mit dem Kot nach außen

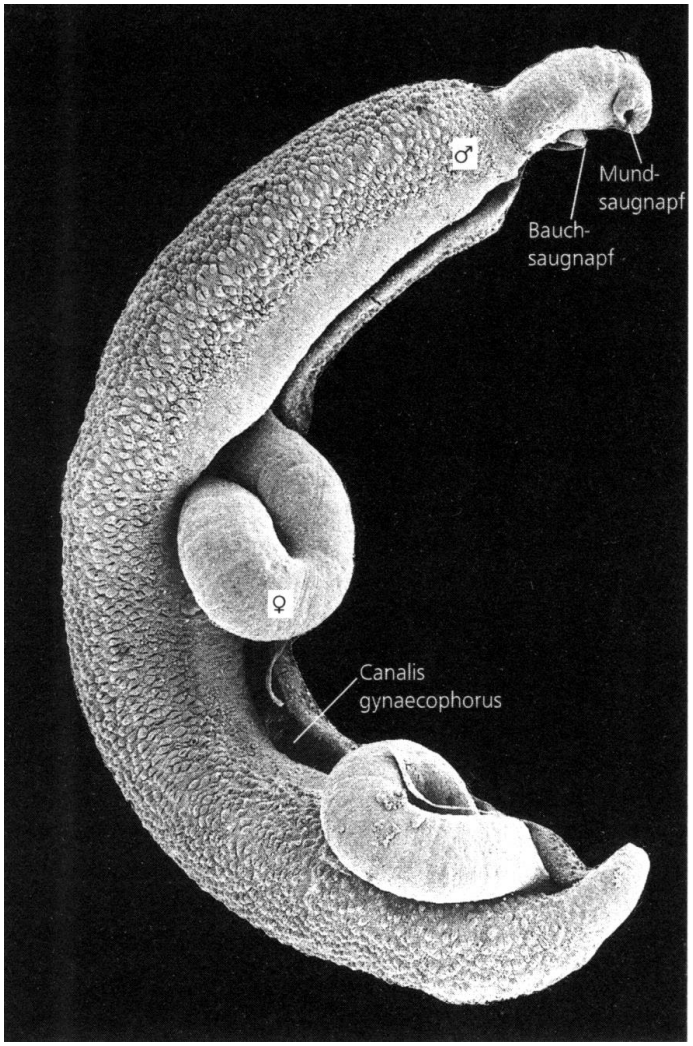
Aus dem Ei schlüpft das Miracidium

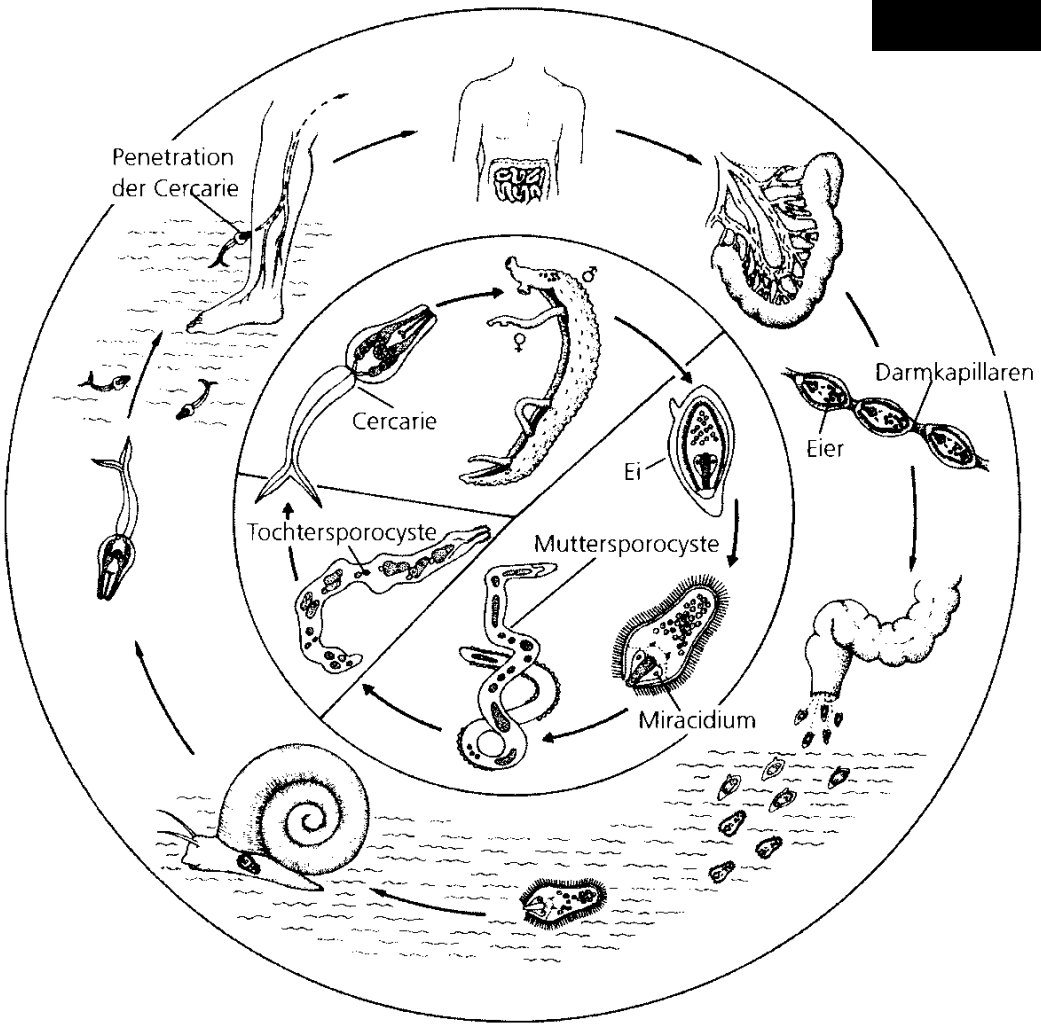
Das Miracidium dringt in eine Schnecke ein und verliert dabei seine bewimperte Epidermis

In der Schnecke teilen sich die Sporocysten mehrfach (die späteren Stadien werden Redien genannt)

Plathelminthes – Digenea

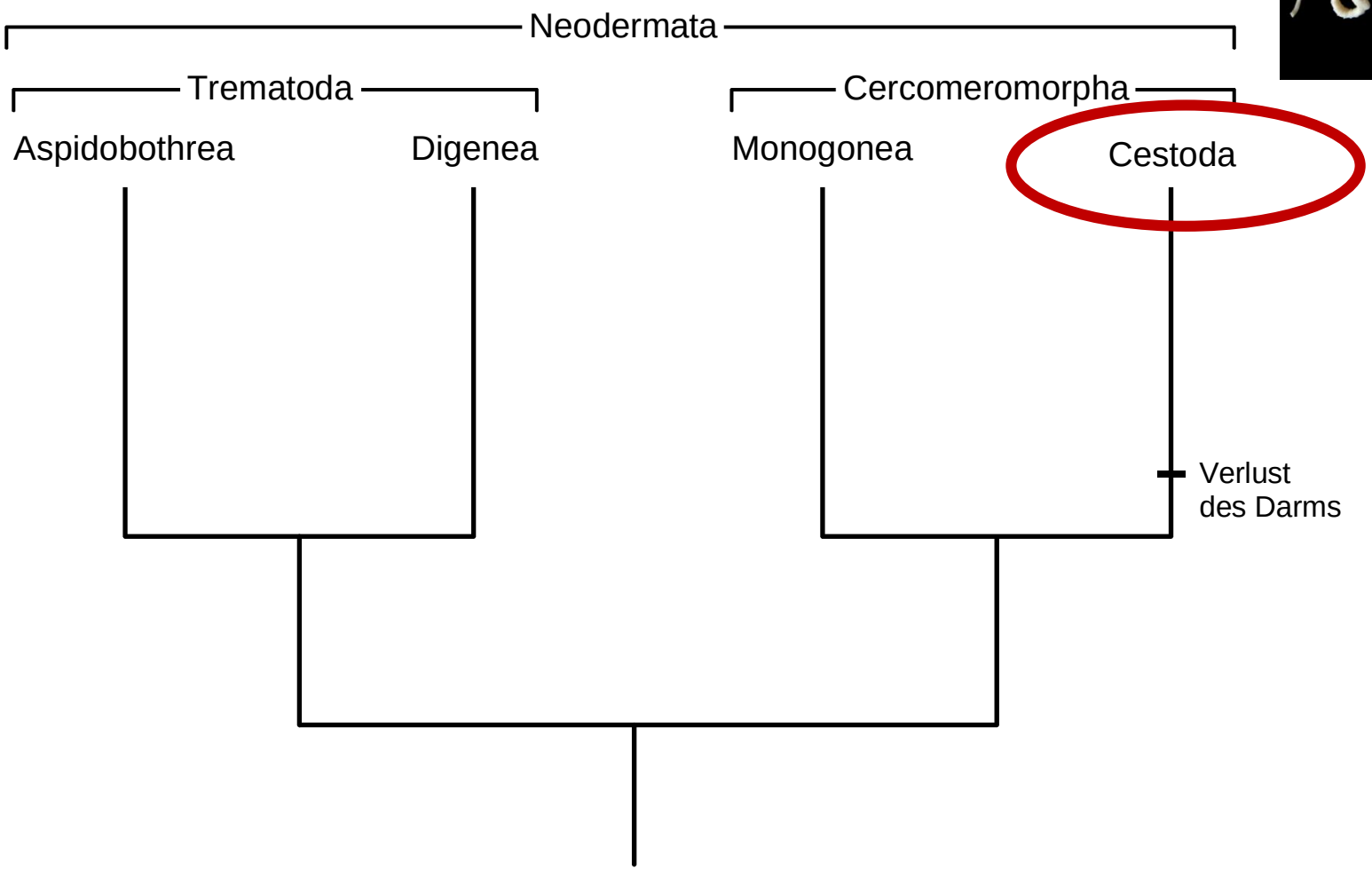
- **Lebenszyklus von *Schistosoma mansoni* (Pärchenegel)**





Plathelminthes

- **Neodermata**



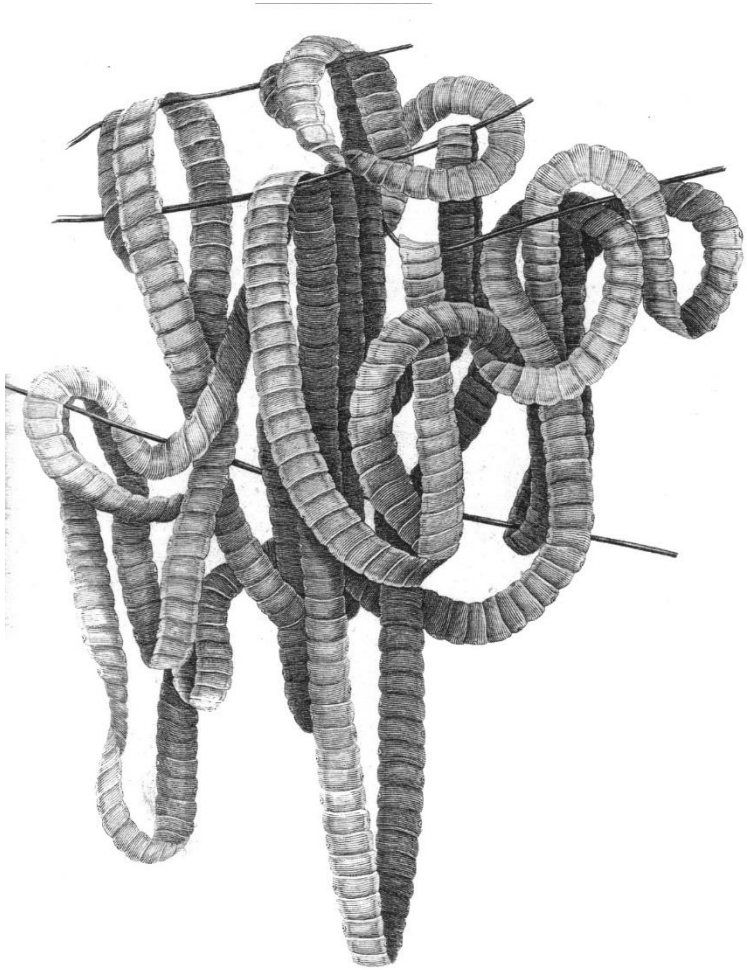
Plathelminthes

- **Neodermata: Cercomeromorpha: Cestoda (Bandwürmer)**

Taenia saginata, Cestoda

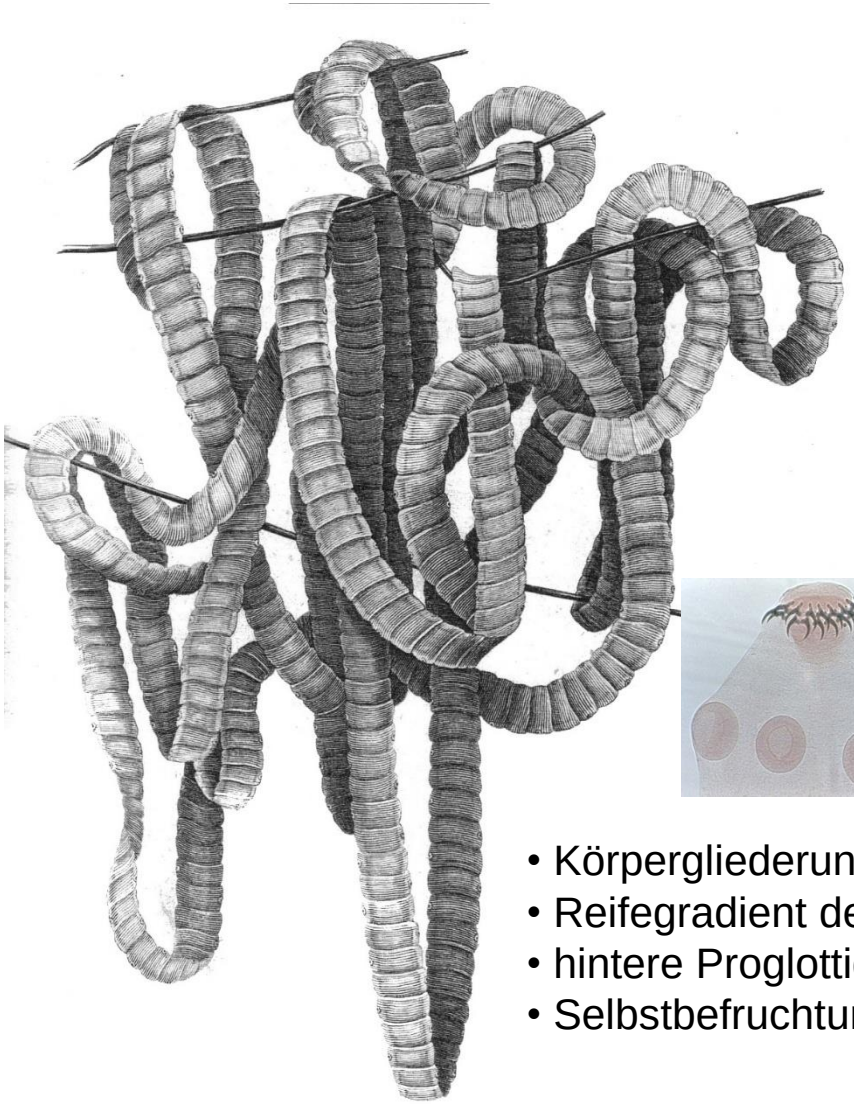
Plathelminthes

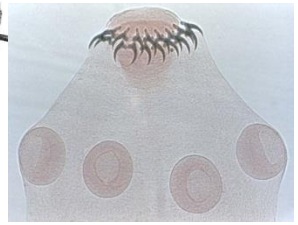
- **Cestoda**
  - **Lebenszyklus nur mit Wirtswechsel / Generationswechsel selten**
  - **Adulte im Darmtrakt von Wirbeltieren**
  - **Darmtrakt fehlt,**
    Nährstoffe werden über die
    Körperoberfläche aufgenommen

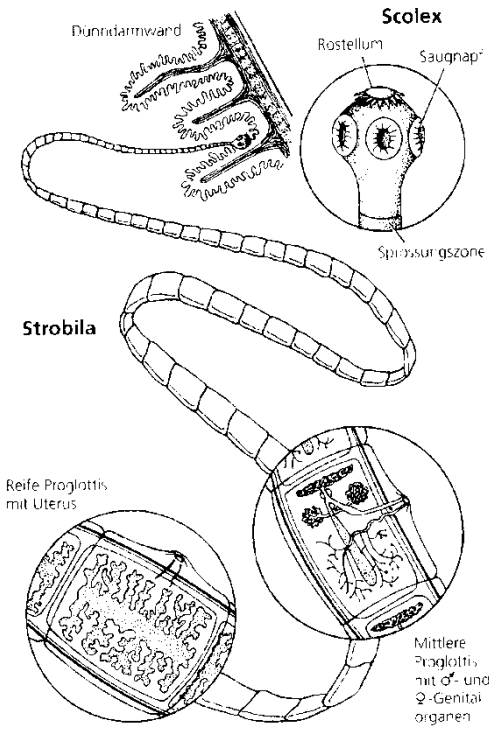


Plathelminthes

- **Cestoda**



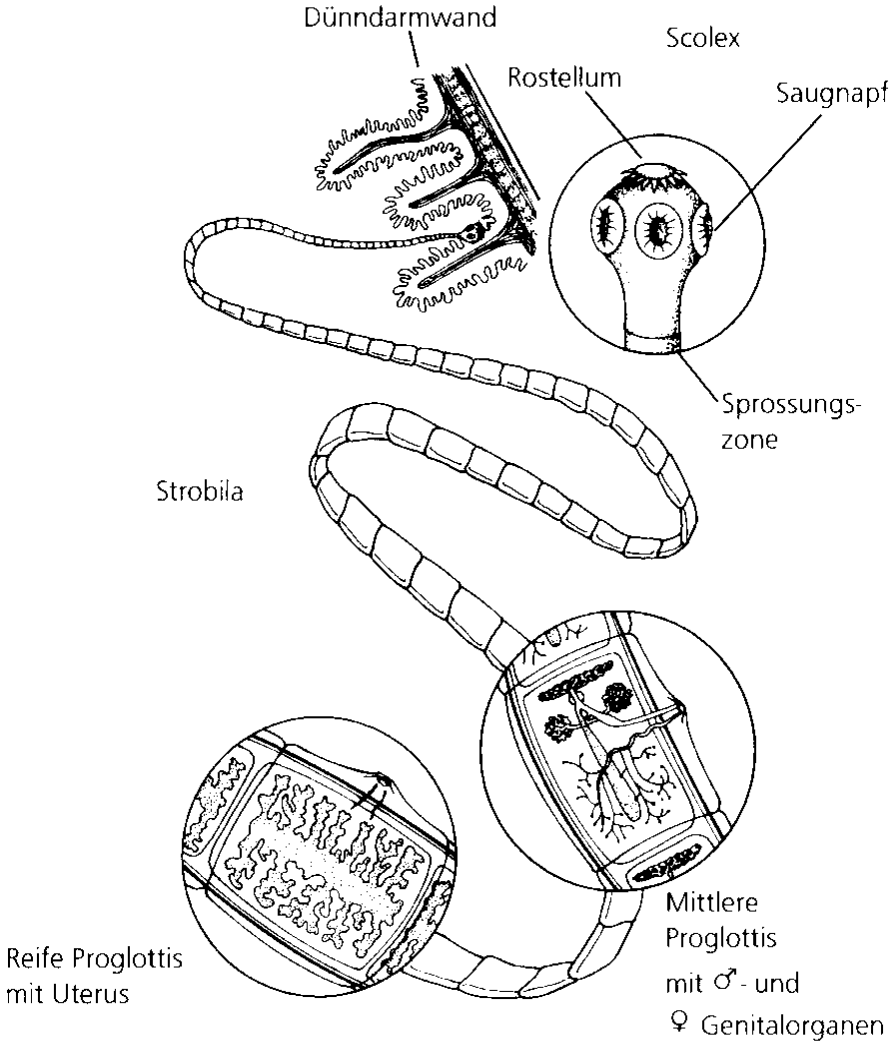


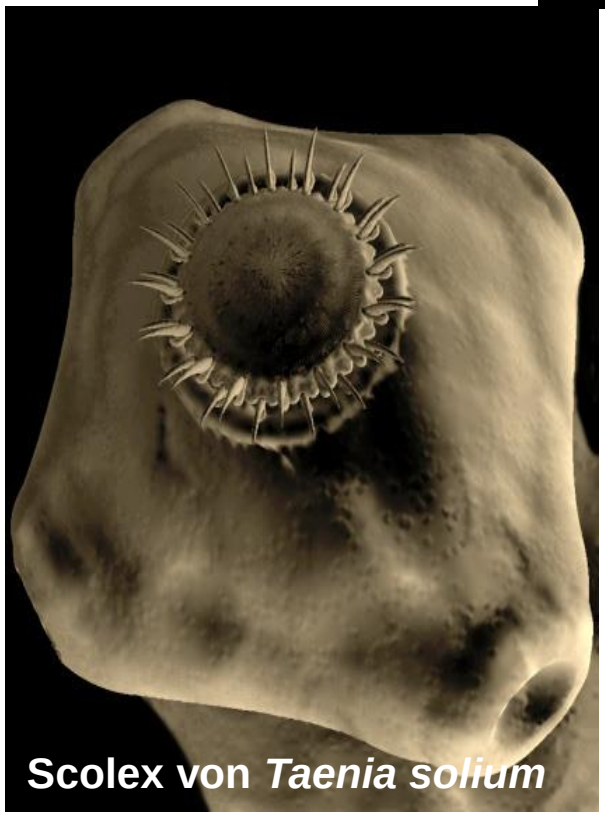


- Körpergliederung in Scolex und Proglottiden
- Reifegradient der Proglottiden
- hintere Proglottiden mit Eiern werden abgegeben
- Selbstbefruchtung ist möglich

Plathelminthes

- **Cestoda**



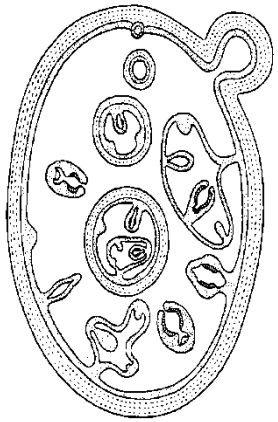


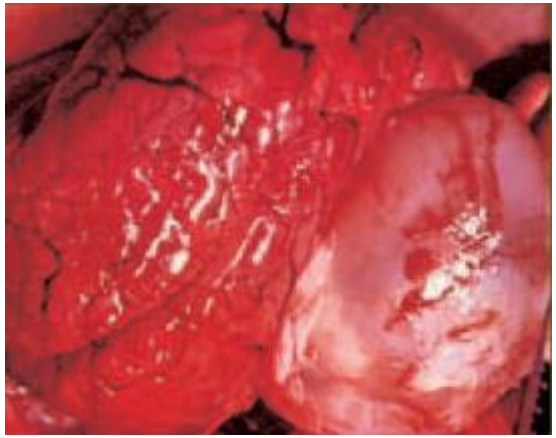
Scolex von *Taenia solium*

Plathelminthes

- **Cestoda**

Hydatide von *Echinococcus granulosus* (Hundebandwurm)





Echinococcus multilocularis (Fuchsbandwurm)

Plathelminthes - Cestoda

- **Der Fischbandwurm (*Diphyllobothrium latum*)**

- **Endwirt:**
  fischfressende Säugetiere
- **längster Bandwurm - bis 20m**

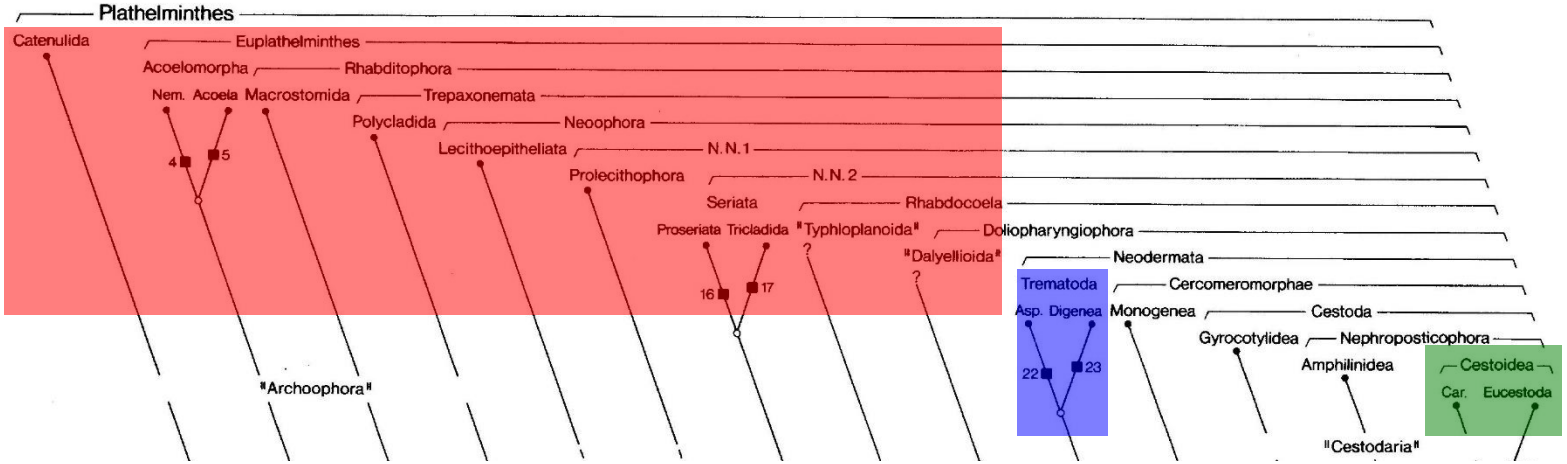
- **Präparat aus dem**
  Meguro Parasitological Museum Tokyo
- **Länge: 8,8 Meter - aus einem Menschen**

Protostomia: Spiralia: Platyzoa: Plathelminthes

- **Lehrbuchsystematik:**
  - **Klasse Turbellaria (freilebende Plattwürmer)**
  - **Klasse Trematoda (Saugwürmer)**
  - **Klasse Cestoda (Bandwürmer)**

paraphyletisch

monophyletisch



„Turbellarien“ = traditionell alle freilebenden Plathelminthen & einige kommensalische oder parasitische Taxa, die nicht zu Neodermata gehören.“

(Westheide & Rieger, 2013)

Systematische Zoologie

- **Die Vorlesung – *Was werden Sie hören ?***

Biodiversität der Tiere 9:45-11:15 Großer Hörsaal
61-011 Systematische Zoologie

Termin	KW	Datum	Thema	
1	14	2. Apr.	Einführung Zool. Systematik, Protista	
2	15	9. Apr.	Einführung, Metazoa	
3	16	16. Apr.	Metazoa, Bilateria	Protostomia
4	17	23. Apr.	Platyzoa - Mollusca	
5	18	30. Apr.	Annelida - Nematoda	
6	19	7. Mai.	Ecdysozoa: Chelicerata	
7	20	14. Mai.	Crustacea	
		Christi Himmelfahrt 21. Mai		
8	22	28. Mai.	Myriapoda - Insecta	
		Pfingstunterbrechung 4. Juni		
9	24	11. Jun.	Deuterostomia, Echinodermata	Deuterostomia
10	25	18. Jun.	Acrania, Pisces - Amphibia	
11	26	26. Jul.	Reptilia - Aves	
12	27	02. Jul 20	Mammalia	
	30	24. Jul 20	Haupttermin (Freitag)	
	40	02. Okt 20	Wiederholungstermin (Freitag)	